



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA**  
**Curso de Design de Produto**

Matheus Simões Pires Costa

**CALÇADO MASCULINO:**  
**Integração entre o design e o processo de produção**

Porto Alegre

2015

Matheus Simões Pires Costa

**CALÇADO MASCULINO:**

**Integração entre o design e o processo de produção**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Design de Produto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRGS, como quesito para a obtenção do título de Designer.

Orientador: Prof. Dr. Luís Henrique Alves Cândido

Porto Alegre

2015

Matheus Simões Pires Costa

**CALÇADO MASCULINO:**  
**Integração entre o design e o processo de produção**

Trabalho de conclusão de curso de graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Designer de Produto

Aprovado em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lauren da Cunha Duarte - UFRGS

---

Prof. Ms. Clariana Fischer Brendler - UFRGS

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mariana Kuhl Cidade – UFRGS

## RESUMO

A concorrência atual da indústria calçadista torna essencial a busca por estratégias de produção inovadoras que estabeleçam otimização de recursos e eficiência produtiva. Durante a etapa de projeto de um calçado devem ser levados em consideração dois fatores: especificações de mercado e função e, também, limites e parâmetros produtivos. O equilíbrio entre um projeto desenvolvido a partir de uma ótica tanto de produção quanto de mercado é um dos maiores desafios para o designer. Neste sentido, esse projeto se dedica a desenvolver uma bota de trabalho para o público masculino a partir de princípios de simplificação e otimização de processos produtivos. Com o intuito de analisar as condutas de produção com o projeto, foram realizados estudos de caso em três fábricas de calçados masculinos, sendo duas no Brasil e uma nos Estados Unidos. Sendo assim, na primeira etapa, ou seja, no TCC1 foram levantadas e analisadas as etapas do processo produtivo, sendo posteriormente integradas conforme a visão do designer.. Na etapa final, ou seja, no TCC2, o processo de produção foi estruturado, aprimorado e consolidado através da prototipagem física de um modelo de calçado, no qual foi orientado por princípios do DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*). Assim sendo, o presente trabalho, visa demonstrar o desenvolvimento de calçados, agregando sistemas de junção que possibilitem o aprimoramento inovador de um produto altamente industrializado no Brasil e no mundo.

**Palavras-chave:** Design de Calçados, DFMA, Calçados, *Lean Production*

## ABSTRACT

The current competition rate in the footwear industry makes it essential the search for innovative production strategies that establish resource optimization and production efficiency. During the design stage of a shoe two factors must be taken into account: market specifications and production parameters limits. One of the major challenges designers face is to balance a project from a perspective the company as well as the customer. In this sense, this project is dedicated to developing a shoe for the male audience using the principles of simplification and optimization of production processes. In order to analyze the production techniques and their product design outcomes, case studies were carried out in three factories of men's shoes, two in Brazil and one in the United States. Thus, in the first stage, ie in TCC1 stages of the production process were raised and analyzed, and later integrated as the designer view. In the final stage, ie in the TCC2, the production process was structured, enhanced and consolidated through physical prototyping of a footwear model, which was guided by the principles of DFMA (Design for Manufacturing and Assembly). Therefore, this paper aims to demonstrate the development of shoes, adding junction systems that enable the innovative improvement of a highly industrialized product in Brazil and the world.

**Key-words:** Footwear Design, DFMA, footwear, Lean Production

Figura 1 - Modelos de representação de situações de interesse

Figura 2- A cadeira da indústria de calçados

Figura 3 - DFX Design para requisitos de produção, montagem, distribuição, uso, serviço e reciclagem

Figura 4 - Procedimento DFMA

Figura 5- Características de componentes que devem ser evitadas

Figura 6 - Calçado de couro mais antigo

Figura 7 - Partes de sapato masculino produzido artesanalmente

Figura 8 - Formas para fabricação de botas

Figura 9 - Estágios da produção de sapato masculino

Figura 10 - Modelagem manual de calçado a partir de fita crepe

**Figura 11 - Corte manual de couro a partir de gabarito**

Figura 12 - Navalhas utilizadas para corte de couro em balancim

Figura 13 - Aproveitamento de pele de couro

Figura 14 - Operação de chanfro de peça em couro

Figura 15 - Costura de cabedal em couro

Figura 16 - Tipos de ensaio laboratoriais para teste de diferentes partes de calçado

Figura 17- Calçado da fábrica P1

Figura 18 - Fluxograma geral da fábrica P1

Figura 19- Etapas de medição e corte do calçado da fábrica P1

Figura 20 - Etapas de colagem e costura do calçado da fábrica P1

Figura 21 - Etapas de montagem do calçado da fábrica P1

Figura 22 - Etapas de pré solagem do calçado da fábrica P1

Figura 23 - Etapas de início de solagem do calçado da fábrica P1

Figura 24 - Cabedal com base da sola colada,

**Figura 25 - Etapas de colagem e costura da sola do calçado da fábrica P1**

**Figura 26 - Etapas de início de fabricação do salto do calçado da fábrica P1**

Figura 27 - Enceramento do salto e polimento da bota

Figura 28 - Cabedal pronto antes do acabamento

Figura 29 - Bota pronta para envio com protetor de lingueta e atacadores

Figura 30 - Calçado da fábrica P2

**Figura 31 - Fluxograma geral da fábrica P2**

Figura 32- Etapas de corte e costura do calçado da fábrica P2

Figura 33- Etapas de montagem do calçado da fábrica P2

Figura 34- Etapas colagem da sola e acabamento da fábrica P2

Figura 35 - Calçado acabado pronto para envio

Figura 36 - Fluxograma geral da fábrica P3

Figura 37 - Esteira de montagem da fábrica P3

Figura 38 - Local de organização da produção e distribuição de componentes da fábrica P3

Figura 39 - Vista aérea do layout da fábrica P3

Figura 40 - Cabedal pronto antes da costura overlock

Figura 41 - Calçado da fábrica P3 pronto

Figura 42 – Diretrizes resultantes da etapa de pesquisa

Figura 43 – Brainstorming inicial de alternativas

Figura 44 – Brainstorming inicial de princípios do DFMA aplicados ao calçado

Figura 45 – Análise das partes do calçado e suas propriedades

Figura 46 – Sketch inicial de modelagem

Figura 47 – Etapas da modelagem

Figura 48 – Protótipos em papel do modelo de uma peça

Figura 49 – Sistema de fechamento do modelo “A”

Figura 50 – Máquina de corte laser da faculdade de arquitetura UFRGS

Figura 51 - Etapas de produção do modelo “A”

Figura 52 – Etapas de produção do modelo “B”

Figura 53 - Etapas de produção do modelo “C”

Figura 54 - Etapas de montagem do modelo “A”

Figura 55 – Protótipo do modelo “A”

Figura 56 – Protótipo do modelo “A” com perfurações na gáspea

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Atividades características das empresas nas diferentes posições da tipologia de modernização industrial

Tabela 2 – Layout Fábrica P1

Tabela 3 – Layout Fábrica P2

Tabela 4 – Layout Fábrica P3

Tabela 5 - Detalhes produtivos e de materiais das fábricas P1, P2 e P3

Tabela 6 - Detalhes produtivos dos solados das fábricas P1, P2 e P3

Tabela 7 - Detalhes estéticos e de branding das fábricas P1, P2 e P3

Tabela 8 - Detalhes de design de produto das fábricas P1, P2 e P3

Tabela 9 - Detalhes produtivos das fábricas P1, P2 e P3

Tabela 10 – Processos e tempos de produção dos modelos

Tabela 11 – Cálculo da quantidade matéria prima utilizada nos modelos

Tabela 12 – Cálculo do custo total de produção dos modelos

Tabela 13 – Comparação da produtividade dos modelos



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
1.1 OBJETIVOS.....	19
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>19</b>
1.2 REQUISITOS.....	19
1.3 RESTRIÇÕES.....	20
1.4 METODOLOGIA DE PROJETO.....	20
1.5 A INDÚSTRIA DE CALÇADOS.....	22
<b>1.5.1 A cadeia calçadista.....</b>	<b>22</b>
<b>1.5.2 A indústria brasileira de calçados.....</b>	<b>25</b>
<b>1.5.3 Fragmentação internacional da produção de calçados.....</b>	<b>30</b>
<b>2 ESTRATÉGIAS PARA PRODUÇÃO DE CALÇADOS.....</b>	<b>33</b>
2.1 FERRAMENTA PARA O DFMA .....	33
<b>2.1.1 Critérios gerais do DFMA.....</b>	<b>36</b>
<b>2.1.2 Simplificação do trabalho.....</b>	<b>37</b>
<b>2.1.3 Análise do trabalho.....</b>	<b>38</b>
<b>2.1.4 Simplificação de operações.....</b>	<b>39</b>
<b>2.1.5 Seleção do melhor método .....</b>	<b>40</b>
2.2 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	41
2.3 SISTEMA JUST IN TIME.....	51
2.4 O SISTEMA KANBAN .....	51
<b>3 DESIGN DE CALÇADOS.....</b>	<b>53</b>
3.1 OS PÉS - CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS.....	53
3.2 A CRIAÇÃO DOS CALÇADOS - HISTORIA.....	54
3.3 PROCESSO DE DESIGN DE CALÇADOS.....	61
<b>3.3.1 Partes do calçado.....</b>	<b>62</b>
! Matérias primas do calçado.....	64
QUALIDADE E ERGONOMIA EM CALCADOS .....	78
<b>4 PROJETO INFORMACIONAL.....</b>	<b>84</b>
4.1 ESTUDOS DE CASO .....	84

<b>4.1.1 Fábrica “P1” .....</b>	<b>84</b>
4.1.1.1 Processo produtivo da fábrica “P1” .....	90
<b>4.1.2 Fábrica “P2” .....</b>	<b>126</b>
4.1.2.1 Processo produtivo da fábrica “P2” .....	133
<b>4.1.3 Fábrica “P3” .....</b>	<b>148</b>
4.1.3.1 Processo produtivo da fábrica “P3” .....	155
<b>5 PROJETO ANALÍTICO DOS ESTUDOS DE CASO.....</b>	<b>162</b>
<b>5.1 INTEGRAÇÃO ENTRE O PROCESSO DE PRODUÇÃO E O DESIGN.....</b>	<b>173</b>
<b>8. CONCLUSÃO ETAPA DE PESQUISA</b>	
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>175</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>180</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

A concorrência atual da indústria calçadista torna essencial a busca por estratégias de produção inovadoras que estabeleçam otimização de recursos e eficiência produtiva. Durante a etapa de projeto de um calçado devem ser levados em consideração os seguintes fatores: especificações de mercado e função e, também, limites e parâmetros produtivos. O equilíbrio entre um projeto desenvolvido a partir de uma ótica tanto de produção quanto de mercado é um dos maiores desafios do designer de calçados. Este projeto se dedica, assim, a desenvolver uma bota de trabalho para o público masculino a partir de princípios de simplificação e otimização de processos produtivos. Com o intuito de analisar as condutas atuais de produção e projeto de produto, foram realizados estudos de caso em três fábricas de calçados masculinos do Brasil e dos Estados Unidos, com processos e escalas de produção distintas. Os dados coletados, analisados à teoria de administração da produção e simplificação de processos, irão estabelecer os parâmetros de desenvolvimento de um modelo de bota de trabalho na etapa seguinte.

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1 Objetivo geral**

O presente trabalho visou desenvolver um calçado masculino de trabalho a partir da Integração entre o design de produto e o seu respectivo processo de produção.

#### **1.1.2 Objetivos específicos**

Para alcançar o objetivo geral descrito acima foram abordados os seguintes tópicos:

- a) Levantamento de dados e referenciais;
- b) Estudos de caso de produção e design de calçados;
- c) Compilação de dados e geração de síntese de projeto;
- d) Geração e fabricação de protótipo de calçado masculino;
- e) Validação da alternativa gerada.

## 1.2 REQUISITOS

A partir destes objetivos, foram determinados os seguintes requisitos de produto:

- a) Ser eficiente na utilização;
- b) Ser confortável;
- c) Possuir processo de fabricação flexível.

## 1.3 RESTRIÇÕES

Restringem a projeto os seguintes fatores:

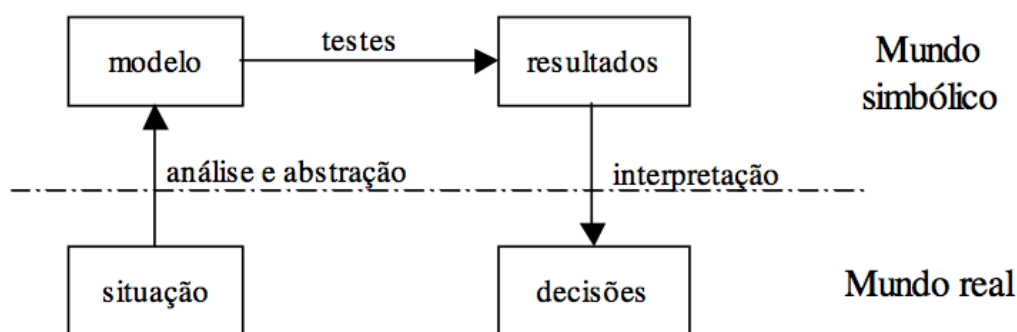
- a) Acesso ao processo de empresas fabricante de calçados;
- b) Ferramentas disponíveis (maquinário e técnicas).

## 1.4 METODOLOGIA DE PROJETO

Para a primeira etapa do projeto (TCC I), foi utilizada a metodologia para medição de desempenho de estratégias de produção conforme delimitado por Selitto (2005). A abordagem para teste de desempenho e desenvolvimento de estratégia processual de produção (Figura 1) deve ser implementada a partir das seguintes etapas:

- a) Identificação da estratégia pré-existente de manufatura: a estratégia pré-existente deve ser composta por objetivos de manufatura;
- b) Definição de indicadores e importâncias relativas: identificam os pressupostos admitidos para que se atinjam os objetivos, representam a rota estratégica;
- c) Medição de indicadores e categorização de desempenho: estabelecer categorias numéricas de desempenho para os indicadores;
- d) Priorização da execução estratégica: Utilizando-se modelo de otimização, monta-se o conjunto de cursos que melhor preencham as lacunas estratégicas para diversos níveis de desencaixe;
- e) Medição de desempenho e controle de estratégias.

**Figura 1 - Modelos de representação de situações de interesse**



Fonte: SELLITTO, 2005

Segundo Kasul e Motwani (1995), antes de se propor um sistema de medição de desempenho, é necessário que se conheçam os fatores críticos para o sucesso da operação. Segundo Slack (1993) existem cinco objetivos de produção: (I) qualidade; (II) velocidade; (III) confiabilidade; (IV) flexibilidade; e (V) custo. As armas de competição são invisíveis para o cliente, entretanto, são os meios que a manufatura dispõe para atuar nos campos de competição. A partir destes fatores serão analisadas as três fábricas visitadas e suas estratégias de produção e produto.

## 1.5 A INDÚSTRIA DE CALÇADOS

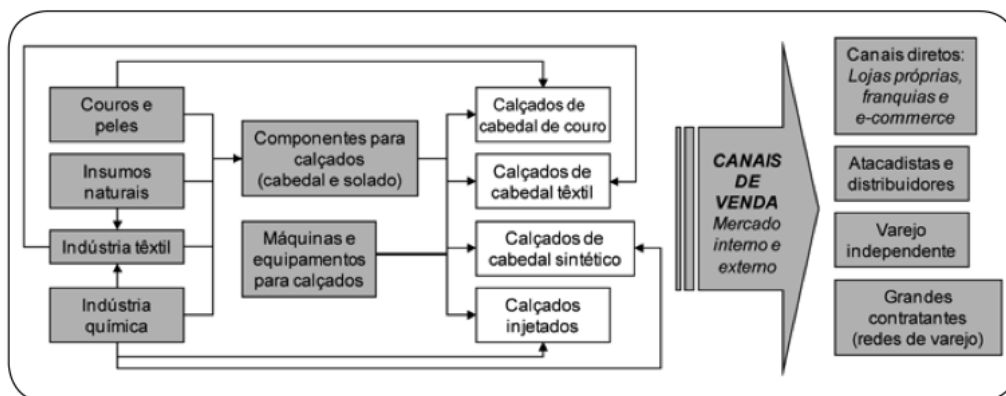
O setor de calçados, em termos gerais, é um setor intensivo em trabalho e, em virtude das características fundamentais dos materiais utilizados (flexíveis) e das principais condutas produtivas (corte, costura e colagem de peças) muitas vezes apresenta traços artesanais em sua produção, fazendo da indústria calçadista parte das indústrias chamadas “tradicionais”. Atualmente, em virtude do alto nível competitivo em parâmetros de processo, fabricação e custo, as estratégias de competição de muitas empresas tendem a ser direcionadas através do desenvolvimento de produtos, uma vez que a competição por custo é dominada por países com mão de obra mais barata. Assim os esforços inovativos das empresas calçadistas são centrados em design e desenvolvimento de produtos, buscando a diferenciação (CGEE 2008).

### 1.5.1 A Cadeia Calçadista

A indústria calçadista é, de certa forma, um organismo que se alimenta de diversas indústrias de fornecimento de matéria prima, tecnologia e recursos, e que por sua vez

alimenta a indústria de bens após a produção. Desta forma, a partir desta dependência dos materiais produzidos pelos seus fornecedores e da necessidade de seguir tendências e especificações de mercado, estabelece-se uma cadeia de pluridependência, onde diversas indústrias e mercados devem atuar em união. De "Complexo coureiro-calçadista" é chamado o conjunto de indústrias, seus prestadores de serviços e fornecedores de insumos e maquinário para a produção de calçados (Figura 2) (FENSTERSEIFER et al, 1995; GORINI et al, 1997).

**Figura 2- A cadeia da indústria de calçados**



Fonte: CCGEE, 2008.

### 1.5.2 A indústria brasileira de calçados

A história da indústria calçadista gaúcha começa com a chegada de imigrantes alemães em 1824 ao município de São Leopoldo, local onde são fundados os primeiros arranjos produtivos artesanais e curtumes de tratamento de couro. Após sua fundação, o cluster coureiro-calçadista situado no Vale do Rio dos Sinos passa pela fase de industrialização e desenvolvimento expressivo até a abertura econômica vivida pelo país nos anos 1990.

Na década de 1970, quando o calçado adquiriu relevância na pauta de exportações nacional, o Brasil se consolidou como um expoente fornecedor de calçados para o mercado mundial. Estes calçados eram comercializados por meio de Traders (intermediários internacionais), que delegavam às fábricas brasileiras a responsabilidade de produzir segundo especificações baseadas em modelos desenvolvidos no exterior. O modelo de exportação brasileiro tinha como base calçados de baixo custo (GUIDOLIN, 2010).

O acirramento da concorrência internacional e a perda de competitividade das empresas gaúchas vêm sendo a tônica dos últimos anos no setor. A redução da representatividade em cenário internacional deve-se, em parte, à valorização da moeda nacional após a criação do Plano Real juntamente com os entraves burocráticos que dificultam a operação de negócios no país, o chamado Custo Brasil. A entrada da China com produto mais barato no segmento em que o calçado gaúcho detinha amplo domínio também colaborou para a queda do desempenho da indústria nacional. Dessa forma, faz-se necessário uma revisão de estratégia, onde muitas empresas migram do sul do país atrás de melhores oportunidades, se estabelecendo em estados do Nordeste, em busca de facilidades fiscais e custos de mão de obra menores. O custo de um calçado produzido no Nordeste do Brasil é 16% mais barato do que se este fosse produzido no Sudeste.

Na década de 1990, as diversas alterações nos padrões de produção e nas condições de concorrência no mercado internacional trouxeram uma série de dificuldades para a indústria nacional. O país, que tinha se especializado na produção de calçados de baixo custo, ficou impedido de competir com a produção asiática em questões de preço, em virtude do valor mais baixo da mão de obra na China, Indonésia e Tailândia (GUIDOLIN, 2010).

O Brasil precisa buscar alternativas que aumentem sua capacitação no setor para sustentar sua posição na cadeia global de valor da indústria de calçados, incorporando as etapas que propiciam maior valor agregado ao produto final. O país pode se fortalecer em duas estratégias complementares em busca de alcançar esse objetivo. Uma delas é o desenvolvimento de produtos, com aprimoramento em design e qualidade, bem como, com a criação e introdução de novos materiais e componentes. Esse desenvolvimento gera um *upgrading* na cadeia em produto e processo, fazendo, assim, com que o país avance em termos produtivos e tecnológicos, aumentando sua competitividade nacional e internacional. A outra estratégia é o desenvolvimento de marcas nacionais, gerenciamento de canais de marketing e controle da distribuição e fornecedores, gerando assim um *upgrading* funcional (GUIDOLIN, 2010).

O sistema local do Vale dos Sinos configura o maior produtor de calçados do Brasil, especializado principalmente na fabricação de calçados femininos, podendo ser encontrados, também, produtores que atuam em outros segmentos, como masculinos, infantis e esportivos. Como se trata da maior aglomeração de empresas produtoras de calçados, e de outros produtos correlacionados, do Brasil, o Vale dos Sinos pode ser considerado um “*supercluster*”, em virtude de suas dimensões e complexidade. (GARCIA,

2010). Os benefícios gerados a partir de produzir em um “supercluster” são diversos, entre eles: mão de obra especializada, tornando desnecessário o treinamento de novos operários, um sistema amplo e diverso de fornecimento de materiais, onde produtores podem tanto receber insumos de diversos fornecedores e realizar comparações de preços, melhorando seu poder de barganha, além de custos reduzidos de transporte de frete de matérias primas e produtos.

A indústria de calçados da Região Sul do Brasil, de acordo com a Abicalçados (Associação Brasileira da Indústria de Calçados), produziu 294 milhões de pares de sapatos em 2013, com 2.837 firmas atuando no setor calçadista somente no Rio Grande do Sul, o que equivale a aproximadamente 36% das empresas do setor no país.

Nessa região são empregadas aproximadamente 108 mil pessoas com remuneração média de R\$1.181 mensais, segundo informações do RAIS (Relatório Anual de Informações Sociais). Segundo a Abicalçados, o Rio Grande do Sul foi responsável, em 2013, por 13% das exportações do ramo calçadista brasileiro.

Nas últimas cinco décadas o Brasil tem reforçado seu papel de destaque no mercado calçadista mundial. Com um mercado interno expressivo pois 85% da produção total é vendida no próprio país, os 15% restantes são exportados, sendo o principal mercado de destino os Estados Unidos (SANTANA, 2014).

Para Porter (1993), a vantagem competitiva de uma empresa é diretamente relacionada à sua habilidade em influenciar um ou mais dos fatores determinantes da competitividade. São eles: *i)* as estratégias, a estrutura e as rivalidades das empresas; *ii)* as condições dos fatores; *iii)* as condições de demanda; e *iv)* as indústrias correlatas e de apoio. A manipulação destes atributos associados determina o posicionamento da empresa dentro do mercado.

A indústria nacional sofreu um deslocamento ao longo da década de 1990 e o início dos anos 2000 em direção aos estados do Nordeste, onde a mão de obra era abundante e barata. (SANTANA, 2014). As estratégias de importação de componentes para finalização do calçado no país foram incrementadas na última década .

Em 2010, em face da conclusão de *dumping* nas exportações de calçados da China para o Brasil, e de dano à indústria doméstica, o Brasil instituiu uma medida *antidumping* contra o calçado chinês, a partir de cobrança de alíquota de US\$ 13,85 por par. Esta prática foi efetiva em virtude de o Brasil e a China disputarem essencialmente o mesmo mercado e, uma vez que não são verificadas mudanças importantes nos padrões de consumo no Brasil, nem mesmo adoção de tecnologia produtiva que possa justificar a



preferência do produto chinês em detrimento do nacional no mercado interno. (SANTANA, 2014)

Atualmente a configuração da produção de calçados no mundo depende das estratégias de produção, comercialização e controle de custos. Os países desenvolvidos passaram a concentrar as etapas de maior valor agregado, como criação, *design*, *marketing*, assim como a coordenação da cadeia de fornecimento por meio de empresas com marcas globais de produtos ou empresas de varejo (Tabela 1). (GUIDOLIN, 2010) A fragmentação da produção mundial enseja novas formas de construção de indicadores de competitividade que não sejam baseados na medida trivial de exportações brutas, pois este modelo proporciona informações imprecisas sobre o ambiente de concorrência e eficiência de produção dos países. (SANTANA, 2014). Esta trajetória da modernização, conforme visto na Figura 4, estabelece que o Brasil atualmente transita entre o primeiro estágio “OEA”, com empresas que recebem especificações sobre produtos e processos e são faccionistas e busca se estabelecer como “ODM” (Figura 4), empresas que realizam atividades de design e de especificação de produtos e gerenciam a cadeia de fornecedores.

Esse processo fragmentado e interligado também favorece a organização da produção em redes, seja em aglomerados produtivos locais ou em estruturas de subcontratação e compartilhamento de produção. Atualmente a formação de redes tem se desenvolvido no âmbito da cadeia global de valor da indústria.

Dentro da indústria de calçados, a estrutura da cadeia de valor é do tipo *buyer-driven*, na qual empresas de varejo ou marcas reconhecidas são responsáveis pelo desenvolvimento e pela comercialização dos produtos, mas não os fabricam (Tabela 1), prática empregada por grande parte dos produtores brasileiros. (GUIDOLIN, 2010)

**Tabela 1 - Atividades características das empresas nas diferentes posições da tipologia de modernização industrial**

OEA <i>Original equipment assembly</i>	OEM <i>Original equipment manufacturer</i>	ODM <i>Original design manufacturer</i>	OBM <i>Original brand manufacturer</i>	GB <i>Global buyers</i>
Faccionistas ou maquilladoras	Fornecedores de pacotes completos	Fornecedores de pacotes completos com <i>design</i> próprio	Fornecedores de pacotes completos com marca própria	Compradores globais
– Recebem especificações sobre produtos e processos produtivos – Recebem insumos e componentes semiacabados – Realizam atividades simples de montagem – Retornam o produto ao cliente para outras operações	– Recebem especificações sobre o produto – Desenvolvem especificações sobre o processo de produção – Gerenciam compras e logística – Entregam o produto acabado com a marca do cliente	– Realizam atividades de <i>design</i> e de especificação de produtos – Produzem ou terceirizam a produção – Gerenciam a cadeia de fornecedores – Eventualmente decidem sobre a comercialização	– Realizam atividades de criação e gestão de marcas – Realizam atividades de <i>design</i> e de especificação de produtos – Produzem ou terceirizam a produção – Gerenciam a cadeia de fornecedores – Decidem sobre o processo de comercialização	– Não produzem – Realizam atividades de criação e gestão de marcas próprias – Realizam atividades de <i>design</i> e de especificação de produtos – Terceirizam a produção – Gerenciam a cadeia de fornecedores – Decidem sobre o processo de comercialização

Fonte: CRUZ-MOREIRA E FLEURY, 2003

Esta nova agenda internacional sugere uma importante evolução da teoria do comércio internacional, de forma que a produção deixa de ser nacional para se transformar em regional e, finalmente, global (Gráfico 6). (GUIDOLIN, 2010).

Em virtude desta mudança de paradigma internacional de competição e a percepção de novas estratégias de posicionamento de marcas, a indústria nacional realizou, nos últimos anos, diversos esforços e iniciativas estratégicas, conforme explícito por Santana (2014):

*“Em termos de política pública se destacam algumas iniciativas importantes de promoção do comércio do calçado brasileiro, bem como de defesa comercial. Neste ambiente foi criado e institucionalizado, por meio da Abicalçados, o Brazilian Footwear Program (Programa do Calçado Brasileiro), em 2000, que tem como objetivo consolidar novos mercados e promover a marca Brasil, associando-a a valores como qualidade, confiança, inovação, contemporaneidade e agilidade produtiva. Por meio da parceria com a Apex Brasil, o programa utiliza instrumentos de inteligência comercial para a ampliação dos destinos dos embarques, estimulando o crescimento e a qualificação do setor”.*

## 2 ESTRATÉGIAS PARA PRODUÇÃO DE CALÇADOS

Em virtude deste novo panorama de competição na indústria calçadista, juntamente com esforços mercadológicos focados em marketing, marca e design, se percebe necessária a integração da etapa de design de produto com as capacidades produtivas, uma vez que é justamente na etapa de concepção que grande parte dos parâmetros de fabricação, e consequentemente de custo, são estabelecidos. Desta forma, o presente trabalho busca integrar a inteligência de processo e perspectivas de produção já na etapa de desenvolvimento de produto, visto que, na indústria atual esta logística de processo é, muitas vezes, desconsiderada pelo designer de calçados, gerando ineficiências de processo e altos custos de fabricação. Do ponto de vista operacional, analisaram-se técnicas de desenvolvimento de produtos advindas da indústria microeletrônica, a partir da simplificação de projetos sob o enfoque de produção manual e manufatura. São elas: *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA), ou Design para a Manufatura e montagem, e *Work Simplification* (Simplificação do trabalho). Ainda, sob o ponto de vista de integração entre operações, foram analisados conceitos de eficiência e otimização de uso de recursos, entre eles: *Lean Production* (Produção enxuta), *Just in Time* (JIT) e *Kaizen*. Estes conceitos serão integrados no processo de desenvolvimento de produto na segunda etapa deste trabalho.

### 2.1 FERRAMENTAS PARA O DFMA

O conceito de Design para a manufatura surgiu no final dos anos 1700, quando LeBlanc, um francês, desenvolveu métodos para o uso de partes intercambiáveis durante a produção de mosquetes (Martin, 2002). Na indústria manufatureira é estimado que 70% do custo de produção é determinado durante a fase de projeto (DEWHURST, 2011; WU E O'GRADY, 1999).

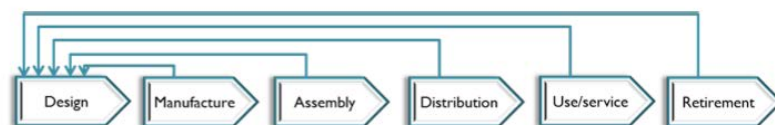
Assim, mais atenção a questões de manufatura e produção durante a fase de design de produto se torna uma estratégia de redução de custos e maior eficiência produtiva. O conceito de produção enxuta se preocupa apenas com o processo de montagem. Este foco, exclusivo na etapa de montagem, deixa de considerar a relação entre projeto de produto e eficiência produtiva (DEWHURST, 2011).

Os designers de produto devem perceber o potencial de otimização de custo e tempo que pode ser obtido a partir da aplicação de certos princípios de decisão de projeto como os do DFMA (KALYUN, 2012).

O grupo de ferramentas DFX é uma coleção de considerações e princípios de design, que podem ser empregados durante a fase de projeção de produtos, com foco nos diferentes processos pelos quais o produto irá transitar (Figura 3), entre eles, manufatura, montagem, qualidade, produção e impacto ambiental (HERRMANN et al., 2004 ; KALYUN, 2012).

**Figura 3 - DFX Design para requisitos de produção, montagem, distribuição,**

**uso, serviço e reciclagem**

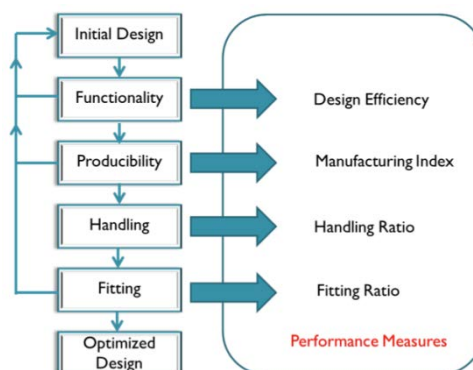


Fonte: ESKILANDER, 2001

O Design para manufatura (DFM) é o projeto da atividade baseado na minimização de custos de produção e/ou tempo para introdução do produto no mercado

A estratégia básica do DFM se refere à minimização do número de partes em um produto. O Design para a Montagem (DFA) consiste no desenvolvimento de métodos para tornar a união e junção de peças mais simples. O DFMA, ou Design para Manufatura e Montagem consiste na implementação destes dois conceitos (Figura 4).

**Figura 4 - Procedimento DFMA**



Fonte: RANKY, 1999

Juntamente com o design para a montagem, o design para a manufatura estabelece uma série de ferramentas que fornecem aos engenheiros e designers um perfil de custo preliminar de seus projetos, possibilitando, assim, que eles considerem, ainda na

etapa de concepção, como os produtos serão feitos, embalados, instalados, utilizados e reciclados (HERRMANN et al., 2004). Segundo Boothroyd (2010) as principais características e estratégias do DFMA são:

a) Seleção apropriada de processos, levando em consideração:

- Materiais;
- Volumes;
- Tolerâncias;
- Complexidade;
- Investimento inicial;
- Inteligência.

b) Redução do número de fases de processamento, buscando:

- Eliminar processos;
- Combinar processos;
- Redução das necessidades de *setup*.

c) Otimização de processos, buscando:

- Reconhecer as limitações do processo;
- Explorar os benefícios do Processo;
- Considerar as diretrizes de processo do DFMA.

### **2.1.1 Critérios gerais do DFMA**

Durante a etapa de projeto, cada parte deve ser analisada a partir dos seguintes fatores: (I) A parte pode ser eliminada? (II) A parte pode ser padronizada? (III) Esta operação pode ser feita de outra maneira? Conforme Kalyun (2012) algumas das diretrizes do DFMA são as seguintes:

a) Padronize e diminua o número de partes e materiais - A partir da padronização de partes, os custos de estoque podem ser diminuídos. Da

mesma forma, quando os processos são padronizados, as operações de montagem e setup podem ser mais efetivas. Ainda, aos operários, a aprendizagem das partes padronizadas será implementada de forma mais facilitada;

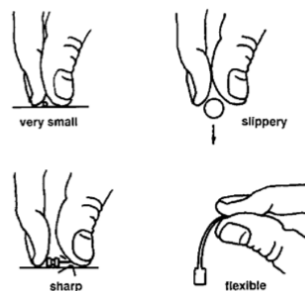
- b) Design de produto e montagem à prova de erros (*Poka-yoke*) - *Poka-yoke* é um termo japonês referente a um sistema que certifica que o produto é montado da forma correta. Produtos à prova de erros podem ser desenvolvidos a fim de permitir apenas uma maneira de montagem;
- c) Design para a orientação, manuseio e montagem - o projeto dos componentes de montagem de forma a minimizar a movimentação, rotação e esforços desnecessários é essencial para a economia de tempo e dinheiro. Um exemplo disto é a montagem de partes em uma única direção (montagem unidirecional) ou trabalhar com componentes em bases que se beneficiem da força da gravidade e de centros de massa baixos.

Crow (1998) apresenta alguns princípios básicos para facilitar o manuseio e orientação de peças:

- a) As peças devem ser desenvolvidas para se auto-orientarem quando alimentadas em um processo;
- b) Com características que guiem a orientação correta da parte;
- c) Guias devem ser providenciadas para facilitar a montagem;

As partes devem ser projetadas com superfícies de forma que elas possam ser facilmente manuseadas, posicionadas e montadas, conforme Figura 5.

**Figura 5- Características de componentes que devem ser evitadas**



Fonte: BOOTHROYD, 2010

### 2.1.2 Simplificação do trabalho

As melhores formas de realizar um trabalho serão encontradas nas melhores condições onde tal trabalho possa ser desenvolvido. O mesmo método de lavar louças, por exemplo, não deve ser aplicado para todas as situações. As cozinhas variam, os layouts variam, assim como os tipos de louça variam. Estes fatores indicam que diferentes métodos devem ser utilizados em diferentes situações (NADLER, 1975). A simplificação do trabalho é a análise sistemática de qualquer tipo de trabalho em busca de:

- a) Eliminar trabalho desnecessário;
- b) Organizar o trabalho da forma mais organizada possível;
- c) Ter certeza que o melhor método está sendo usado.

### 2.1.3 Análise do trabalho

Para Nadler (1975), antes de buscar a simplificação de uma operação, é necessária o completo entendimento desta. Todos os tipos de trabalho são influenciados por cinco fatores. São eles:

- a) Materiais;
- b) Design de Produto (Incluindo especificações, requerimentos de qualidade etc.);
- c) Sequência de operações de transformação da matéria prima;
- d) Equipamentos, ferramentas, ambiente de trabalho utilizado etc.;
- e) Método de trabalho.

Inicialmente, os materiais necessários para realizar o trabalho são adicionados no principio do processo. Eles são, então, processados por uma série de operações, tornando-se o produto ou serviço final na ultima etapa do processo (NADLER, 1975).

Todos os tipos de trabalho são influenciados por estes mesmos cinco fatores. Por exemplo: se um analista deseja melhorar a operação de lavar louças, o material deste processo são louças sujas. O design de produto são louças limpas. A sequência de trabalhos antes desta operação é: retirar as louças da mesa, retirar sobras de comida, empilhar os pratos, lavar os pratos, secar os pratos e guardas as louças no armário. O equipamento utilizado para a operação de lavagem de pratos inclui água, detergente, esponja, entre outros.

O método utilizado para lavar a louça depende do indivíduo que está realizando a operação. Para realizar uma análise completa de certa operação, é necessário que se tenha informação sobre cada um dos cinco fatores que influenciam a situação de trabalho sendo estudada.

No entanto, enquanto certos tipos de informação são de fácil obtenção, outros nem tanto. Os dois fatores que influenciam a operação em si, sequência de operações e método de trabalho, são os que apresentam maior dificuldade de obtenção de dados. É por isso que são exatamente estes fatores que devem ser analisados com maior profundidade e cautela (NADLER, 1975).

#### **2.1.4 Simplificação de operações**

Conforme Nadler (1975), anteriormente foram apresentados os cinco itens que influenciam o trabalho (material, design de produto, sequência de trabalho, equipamentos e métodos de trabalho). Na tentativa de gerar processos de trabalho mais eficientes, é lógico que se inicie questionando as condições de cada um destes itens. Desta forma, cinco princípios gerais de simplificação de trabalho devem ser analisados. São eles:

- a) Alteração de material utilizado buscando alcançar o objetivo para a operação estudada;
- b) Alteração do design de produto buscando alcançar o objetivo para a operação estudada;
- c) Alteração da sequência de processos buscando alcançar o objetivo para a operação estudada;
- d) Alteração do equipamento sendo utilizado buscando alcançar o objetivo para a operação estudada;
- e) Alteração do método de produção buscando alcançar o objetivo para a operação estudada.

Sempre que se busca aplicar os princípios de design de métodos e processos, o analista deve tentar realizar o objetivo primário da simplificação do trabalho: eliminação de trabalho desnecessário (NADLER, 1975).



### 2.1.5 Seleção do melhor método

Existem quatro fatores que devem ser considerados para a seleção da melhor solução. O nível de importância de cada um deles depende dos objetivos da empresa e do tipo de operação sendo considerada (NADLER, 1975). São eles:

- a) Fatores econômicos (custo);
- b) Riscos (segurança);
- c) Controle (precisão);
- d) Fatores psicológicos.

Assim, percebe-se a necessidade de uma gestão eficiente de recursos de produção, desde a compra da matéria-prima até a entrega do produto acabado ao consumidor final, na busca de diferencial competitivo no mercado (FEITOSA, 2010).

O surgimento de novos paradigmas para enfrentar os mercados globalizados tem gerado discussões constantes entre os profissionais da Engenharia de Produção. A abertura de novos mercados impôs à empresa nacional uma corrida por melhorias em seus sistemas produtivos.

Técnicas de produção como o sistema *Just-In-Time* (JIT), juntamente com ferramentas da Qualidade Total (TQC) e *Kanban* (sistema de programação e acompanhamento da produção JIT) possuem grande adoção atual nas empresas calçadistas, fazendo com que os sistemas produtivos evoluam continuamente em termos de qualidade, flexibilidade, redução de custos e desempenho de entregas (TUBINO, 1999):

*“A intensificação do uso das técnicas JIT na produção de calçados ocorreu a partir do momento que a indústria brasileira percebeu a necessidade de aprimorar a produção de calçados, objetivando concorrer com indústrias de outros países, a exemplo da China. (FEITOSA, 2010)”*

## 2.2 SISTEMA JUST IN TIME

Segundo Feitosa (2010), a *Toyota Motors Company*, indústria japonesa, Almejando uma forma de coordenar eficientemente a produção com uma demanda específica, desenvolveu em meados da década de 50 o sistema Just in Time (JIT), conhecido também como produção sem estoques; eliminação de desperdícios; manufatura de fluxo

contínuo; esforço contínuo na resolução de problemas e melhoria contínua dos processos. A administração tradicional tem um foco muito maior na gerência de equipamentos e de mão-de-obra, enquanto o *Just in time* vai se preocupar mais no fluxo dos materiais e, por conseguinte, na criação de um ambiente que propicie um fluxo contínuo, com o menor estoque possível e almejando melhoria continua nas práticas produtivas.

*“A melhoria contínua é a maior meta das empresas que utilizam o JIT. Para que essa meta seja alcançada com eficácia é necessário que alguns procedimentos sejam utilizados, quais sejam: a redução dos prazos de fabricação dos produtos finais, através da minimização de inventários; a diminuição dos tempos de configuração das máquinas (setup), com a finalidade de flexibilizar o processo produtivo; a redução do tamanho dos lotes produzidos, para que o lote seja idêntico à unidade; redução dos lead times de produção e transportes; envolvimento de todos os colaboradores, através do trabalho em equipe; e controle kanban, um meio utilizado para operacionalizar o processo produtivo evitando a falta de insumo na produção (FEITOSA,2010)”*

## 2.3 O SISTEMA KANBAN

Na prática o *Kanban* pode ser compreendido como uma técnica que dinamiza e operacionaliza a produção, ou seja, é um elemento que dá ritmo a produção (FEITOSA, 2010). De acordo com Corrêa e Corrêa (2004), o Kanban surgiu no Japão e é estruturado a partir do uso de cartões ou sinais que disparam a produção em momentos anteriores ao processo produtivo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais (FEITOSA, 2010). Segundo Monden (1991), o *Kanban* é um “*sistema de informação que, harmoniosamente, controla a produção dos produtos necessários, nas quantidades necessárias e no tempo certo, em cada processo de uma fábrica e também entre empresas*” (MARCONI, 2009)

Os benefícios decorrentes da utilização correta do sistema kanban de produção

Redução de tamanhos de Estoque A redução do inventário de produção consiste na minimização de todo o recurso de produção ou trabalho necessário para produzir. Isto faz com que o processo produtivo seja simplificado tornando o fluxo de operações mais

eficiente. Assim, um produto será fabricado rapidamente, a partir da criação de lotes menores e utilização otimizada do mínimo de recursos (FEITOSA, 2010).

. O *setup* é o tempo necessário para configurar os aspectos que fazem parte da produção. O tempo de *setup* deve ser o mínimo possível de modo a proporcionar a produção de vários produtos e otimizar o tamanho dos estoques. A diminuição do *setup* possibilita que o fluxo dos processos seja mais eficiente, a partir da redução do *lead time* produtivo. Dessa forma, os tempos de *setup* podem ser considerados de maneira estratégica, visto que a partir de *setups* reduzidos as empresas conseguem atender seus clientes em menos tempo além de aperfeiçoar seus processos produtivos (FEITOSA, 2010).

A qualidade da fonte é primordial em empresas que utilizam o sistema Just In Time, visto que neste sistema eventuais defeitos devem ser evitados e eliminados pois podem se espalhar pelo processo produtivo. É através do cuidado com a qualidade do insumo que é possível obter excelência na qualidade em um produto com alto valor agregado (FEITOSA, 2010)

A pesar do sistema Just in Time impor diversos procedimentos padronizados que permitem a visualização de eventuais problemas em uma organização, é necessário que todos os funcionários estejam atentos para possibilidades de melhoria. Esta necessidade de trabalho em equipe em busca dos objetivos, acaba estimulando os colaboradores a melhorar as tarefas que realizam, almejando velocidade, eficiência e qualidade (FEITOSA, 2010). Segundo Bruun (2003), o processo melhoria contínua resulta da utilização de vários outros elementos, a saber: *kanban*, *jidoka*, diminuição de *setups*, trabalho em equipe e participação.

### 3 Design de calçados

#### 3.1 OS PÉS – CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS

O bipedismo é um dos fatores cruciais que distinguem os humanos de outros animais. O corpo humano sofreu diversas adaptações que possibilitaram o caminhar em pé. A pélvis larga, longos ossos nas pernas e nossos fantásticos pés. Nossos pés foram bem adaptados para nos deslocarem sob terrenos íngremes, rochosos, e irregulares.

Embora pequenos, nossos pés são capazes de realizarem movimentos complexos. Cada pé possui vinte e oito ossos e trinta e duas juntas cobertas por cartilagens e ligamentos, estes são ligados, por sua vez, por músculos elásticos ancorados aos ossos por tendões.

Os músculos produzem movimentos quando contraem e puxam os tendões, que por sua vez movimentam os ossos e juntas dos pés em resposta às mensagens carregadas pelos nervos. O peso dos pés compõe apenas 2% do peso total do corpo humano, porém os pés sustentam todo o corpo quando estamos em pé.

Os pés também absorvem as forças exercidas ao caminharmos, correremos ou pularmos. Nossos pés são alavancas que impulsionam nossos corpos para frente quando caminhamos. Quando nossos pés exercem força sobre o solo, precisam ser rígidos, mas também é necessário que sejam flexíveis quando tocam o chão e ajustam-se ao terreno.

A estrutura dos pés inclui três arcos que auxiliam na absorção de impacto, no equilíbrio do corpo e criam a alavanca que nos possibilita caminhar. Ao levantarmos e abaixarmos o peito do pé, nossos pés se tornam mais longos, largos, curtos ou finos e assim ajustam-se aos movimentos necessários. Todas estas variações dimensionais devem operar dentro de um calçado que possui um tamanho e formato único. (LASZLO, 2009)

Em média uma pessoa caminha cerca de 15.000 passos por dia. Para suportar todos esses esforços diários, a pele da sola do pé tornou-se 10 vezes mais grossa do que as de outros locais do corpo humano. No entanto, a sola do pé é extremamente sensível, sensibilidade essa necessária para a transmissão de informação sobre o terreno e sua topografia que possibilitam o ajuste dos músculos (LASZLO, 2009).

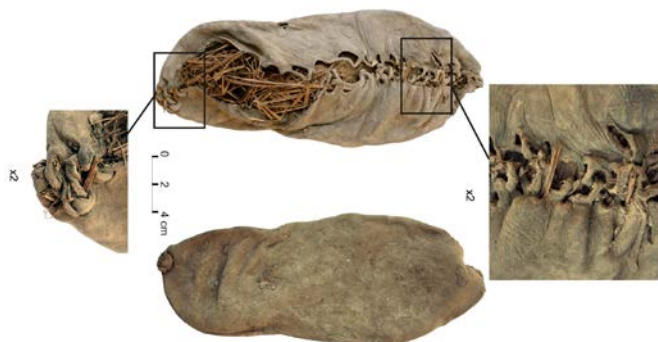
#### 3.2 A CRIAÇÃO DOS CALÇADOS – HISTÓRIA

Embora o pé possua estrutura para suportar diversos movimentos, algumas condições de topografia e temperatura podem gerar desconforto ou machucados. Os primeiros projetos de calçados dependiam do local onde o inventor habitava e as condições específicas do terreno e ambiente. A possibilidade de se movimentar rápido, por exemplo, era uma importante habilidade para a caça e conseqüentemente, para a sobrevivência. Os primeiros calçados precisavam ser leves e ao mesmo tempo fortes o bastante para proteger o pé, além de o cobrirem e serem fixos para não cair durante o uso (YUE, 1997).

Em climas mais quentes, os primeiros tipos de calçados possuíam solas feitas de pedaços de madeira e cordas que as fixavam ao pé. Em climas frios, peles de animais fixadas com cordas eram usadas para cobrirem os pés e as pernas. Desde a antiguidade, os humanos criaram três tipos básicos de calçados: A bota, o sapato e a sandália (YUE, 1997).

O calçado de couro mais antigo já encontrado (Figura 6) foi descoberto na Armênia, e datado como do ano 3500 AC;

**Figura 6 - Calçado de couro mais antigo encontrado**



Fonte: YUE, 1997

Com o passar do tempo os calçados passaram a ser usados como símbolos de classe, religião e poder. A decoração, cor e o estilo se tornaram tão importantes quanto o conforto e a engenhosidade. Os diferentes estilos e formatos de calçados foram difundidos entre diferentes regiões através do comércio.

Durante muito tempo, o design dos calçados masculinos ganhou mais atenção, já que os calçados femininos eram pouco visíveis em virtude de longas saias. Enquanto os calçados masculinos contavam com maior variedade de estilos e ornamentos, os femininos possuíam foco em materiais mais delicados e confortáveis. Os calçados das classes trabalhadoras precisavam ser mais robustos e práticos. Os calçados da nobreza

eram projetados para demonstrar que seu usuário não precisava (e muitas vezes não poderia) trabalhar. Nesta época os calçados infantis eram semelhantes aos dos adultos, porém, em escala reduzida. (YUE, 1997)

### 3.3 O PROCESSO DE DESIGN DE CALÇADOS

Dentro de um mesmo tipo de calçado ainda há diferentes padrões de qualidade, preço, marca e materiais utilizados (como couro, plástico e tecido), além de outras variáveis, como moda, estilo e modelos (ANDERSON, 2001). Assim, a competição no mercado de calçados não ocorre apenas em preço, mas deve considerar também estratégias e marketing e design (COSTA, 1993).

A preocupação na elaboração dos calçados manifesta alguns aspectos de *design* que são imperativos na projeção de objetos como; adequação, aparência e conforto.

*“Ao longo dos anos, a preocupação com conforto pareceu estar cada vez mais presente na elaboração do calçado. Antes da descoberta da técnica do curtimento, o homem molhava a pele do couro, raspava toda sua carne e pelos, e depois a sovava para amaciá-la. Já o domínio sobre o processo de curtimento, possibilitou a facilidade no corte e na modelagem das peças para compor o calçado, o que conseqüentemente acomodou melhor os pés” (FERREIRA, 2010)*

A função do sapateiro da época era confeccionar os calçados sob medida para vestir os pés do usuário da melhor maneira possível, já que tirar as medidas dos pés não era uma tarefa simples, e muito menos precisa, considerando as ferramentas da época:

*“O design de sapatos talvez seja um dos mais antigos ofícios conhecidos pela humanidade. Os sapatos sempre tiveram uma função básica – proteger os pés -, e mesmo as primeiras e mais simples formas de proteção mostravam um toque de design (CHOKLAT, 2012, p.10).”*

O aperfeiçoamento das técnicas e o surgimento de novas ferramentas ao longo dos anos, somados a chegada da primeira Revolução Industrial, no século XVIII, fez com que este artefato passasse a ser produzido em larga escala. Neste momento o calçado começou a seguir a estética ditada pela moda da época, padronizações e numerações.

Conhecimentos sobre anatomia e fisiologia dos pés, normas de conforto, materiais e engenharia de produção são essenciais na busca do conforto na produção de calçados.

Conforme visto anteriormente, a produção em massa deste artefato iniciou-se na Inglaterra com Thomas Pendleton, no século XVII, com a finalidade de fornecer calçados para o exército.

A formalização da produção de calçados a nível industrial surgiu apenas com a Revolução Industrial. Anteriormente, a manufatura era executada por artesãos em pequenos estabelecimentos. Somente na década de 1870 as primeiras fábricas de calçados surgiram nos Estados Unidos e na Europa e com elas os primeiros exemplares de maquinário dedicado exclusivamente a esta atividade (UNIDO, 2007).

### **3.3.1 Partes do Calçado**

O cabedal é a parte superior do calçado. Destina-se a cobrir e proteger a parte de cima do pé e divide-se em gáspea traseiro e lateral. Normalmente, é constituído de várias peças e reforços, que são utilizados para dar mais firmeza e proteção à parte superior do pé ou, então, por questão de design. Entre estes elementos de reforço estão o contraforte e a couraça.

Couraça e contraforte são peças estruturais que dão proteção e estrutura para o bico e o traseiro do calçado. Atualmente o material mais utilizado na indústria para a produção de contrafortes e couraças são placas de TNT com resinas termo reativas. Estas permitem a conformação do cabedal no formato da forma através da aplicação de calor.

O contraforte é um reforço colocado entre o cabedal e o forro (Figura 7 ), na região do calcanhar, destinado a dar forma a esta parte do calçado e manter o calcanhar firme dentro do sapato. É um elemento importante no calce e no conforto. A couraça é um reforço colocado na parte frontal do calçado, também entre o cabedal e o forro, destinado a proteger os dedos e, ao mesmo tempo, dar firmeza e boa apresentação ao bico, mantendo inalterada, mesmo durante o uso, a sua forma original (ANDRADE, 2001).

**Figura 7 - Partes de sapato masculino produzido artesanalmente**



Fonte: LASZLO, 2009

O solado é composto pela sola, o salto, a palmilha de montagem e, em alguns casos, a vira. A sola é a parte externa do solado, ou seja, aquela que está em contato direto com o solo, e dela dependem, em grande parte, a qualidade e a *performance* do calçado. O material do qual é fabricada e o seu perfil (desenho) determinam suas propriedades, durabilidade, flexibilidade, resistência à umidade, leveza, uniformidade, resistência ao deslizamento, entre outros fatores.

A palmilha de montagem, lâmina que tem a função de dar firmeza ao caminhar e pode ser de aço, madeira, arame ou plástico rígido, é cortada no mesmo tamanho da planta da fôrma, sobre a qual é montado o cabedal e à qual é fixada a sola externa. Além de ser um dos elementos mais importantes do calçado, pois se constitui numa estrutura sobre a qual se alicerçam quase todas as partes que constituem o modelo, é considerada uma terceira divisão do calçado, pois serve de ligação entre o cabedal e o solado. A palmilha de montagem é moldada exatamente de acordo com a fôrma sobre a qual o calçado foi montado (ANDRADE, 2001).

### 3.3.2 Matérias primas do calçado

Por muitos anos os sapatos foram tradicionalmente feitos de couro, com sola também de couro ou de borracha natural. A partir do desenvolvimento da petroquímica, materiais sintéticos foram desenvolvidos e os fabricantes de calçados começaram a utilizar matérias-primas alternativas.

O couro é considerado um material nobre, que pode ser usado praticamente em todas as partes do calçado, mas normalmente sua utilização é aconselhável no cabedal,



no forro e, em alguns modelos, na sola. O couro traz algumas vantagens sobre os outros materiais, como, por exemplo, alta capacidade de se amoldar a uma forma, boa resistência ao atrito, maior vida útil, possibilidade de transpiração e aceitação de quase todos os tipos de acabamento (ANDRADE, 2001).

**Materiais têxteis.** Tecidos naturais, como algodão, lona e tecidos sintéticos, como o náilon, são utilizados, sobretudo no cabedal e no forro. Além de mais baratos, os calçados fabricados com tecidos possuem menor peso (ANDRADE, 2001).

**Laminados Sintéticos** são constituídos normalmente de um suporte (tecido, malha ou não-tecido) sobre o qual é aplicada uma camada de material plástico (geralmente PVC ou PU).

**Materiais injetados.** O policloreto de vinila (PVC), embora possua baixa aderência ao solo e a tendência a quebrar a baixas temperaturas, é um material de fácil processamento, custo relativamente baixo e com boas propriedades de adesão sendo hoje utilizado até em solados de tênis e chuteiras. O poliuretano (PU) exige alto custo dos equipamentos necessários à sua produção e também necessita cuidados especiais durante a estocagem e o processamento, no entanto, é um material versátil e disponível sob várias formas sendo empregado em solas e entressolas com características de durabilidade, flexibilidade e leveza. A borracha termoplástica (TR) é pouco resistente às intempéries e aos produtos químicos, como solventes, sendo utilizada na produção de solas e saltos baixos, apresentando boa aderência ao solo (ANDRADE, 2001).

A borracha natural possui elevado custo e a pouca resistência às altas temperaturas inviabilizam sua utilização. Todavia apresenta excelente resistência ao desgaste, adere bem ao solo, é leve e flexível, o que a torna muito confortável. Foi o primeiro material a ser usado na fabricação de solas em substituição ao couro, sendo atualmente usada principalmente em calçados infantis.

A borracha sintética, de maneira geral, tem custo acessível e suas boas propriedades de flexão e elasticidade, resistência ao desgaste e ao rasgamento fazem dela uma opção amplamente utilizada na indústria calçadista.

O copolímero de etileno e vinil acetato (EVA) é um dos materiais mais utilizados no Brasil, sendo empregado em diversas partes do calçado, sobretudo no solado. Tem sucesso por ser mais leve e macio para a fabricação de solas e possuir boa resistência ao desgaste (ANDRADE, 2001).

Além do couro e dos insumos químicos, outros componentes também são amplamente utilizados pela indústria calçadista, como artigos têxteis, metais, formas (Figura 8) e matrizes (CORRÊA, 2001)

**Figura 8 - Formas para fabricação de botas**



Fonte: Autor

### 3.4 O PROCESSO PRODUTIVO DE CALÇADOS

O processo de fabricação de um calçado é dividido em etapas, que dependem da diversidade de produtos, o porte e a estrutura da empresa. As principais etapas do processo produtivo (Figura 9) podem ser definidas conforme descrito a seguir.

**Figura 9 - Estágios da produção de sapato masculino ( da esquerda para a direita: forma, cabedal, montado, calçado pronto)**



Fonte: LASZLO, 2009

Nesta etapa são definidos os aspectos estéticos, visuais e estruturais do calçado. A preocupação inicial é com aspectos de *design* do produto, isto é, cores, formas, detalhes estruturais e outros cuidados de estilo (FENSTERSEIFER e GOMES, 1995).

“De acordo com a maioria dos empresários do setor calçadista, a etapa de modelagem é considerada uma das mais importantes da linha de produção, pois nessa fase o calçado é concebido e completamente especificado. Todo o material a ser usado na fabricação, o tipo, o gênero, a finalidade e o projeto da fôrma (estilo e dimensões) são definidos nessa etapa, na qual se utilizam tantos os recursos informatizados, caso dos sistemas CAD/CAM, como o desenho *manual*.” (ANDRADE, 2001)

A modelagem do calçado pode ser feita de forma manual, a partir do cobrimento de forma com fita crepe (Figura 10) e desenho sobre a forma ou de forma digital por software de CAD (*Computer Aided Design*).

**Figura 10 - Modelagem manual de calçado a partir de fita crepe**



Fonte: Autor

O corte manual das peças de um calçado (Figura 11) normalmente é feito para amostragem, quando o modelo ainda está em fase inicial de ajuste, ou para produções artesanais ou limitadas, onde o custo da fabricação de navalhas de corte não seria diluído pelo volume de produção.

**Figura 11 - Corte manual de couro a partir de gabarito**



Fonte: Autor

A área de trabalho do cortador é composta pela mesa de corte, que deve possuir altura necessária para que o profissional trabalhe em pé e inclinação adequada para que

a ação seja ergonomicamente confortável. É necessário, também, que a mesa tenha espaço livre ao redor com área lateral para a movimentação dos braços do operador.

Como base entre a mesa de corte e o material a ser cortado é utilizado a chapa de corte. Existem diversos tipos de chapas de corte, cada um possuindo um material e características específicas. Chapas de corte de polipropileno possuem bom atrito para que o material não deslize, no entanto a pressão excessiva da faca de corte pode fazer com que esta perfure a chapa, exigindo assim mais força do operador durante o corte. Chapas de vidro possuem pouco atrito com o material a ser cortado, fazendo com que este deslize mais facilmente sobre sua superfície, no entanto a dureza do vidro não possibilita que a faca o arranhe, tornando o corte mais fluido. O corte manual é realizado em virtude do alto preço do couro e da necessidade de cuidados referentes ao aproveitamento da pele, defeitos aparentes e o sentido de corte das diferentes peças do cabedal.

Chapas de zinco também possuem baixo atrito com o material, no entanto possuem dureza inferior ao vidro, o que pode facilitar a perda de fio da faca de corte caso esta venha a riscar o zinco durante o processo de corte. No entanto, a placa de zinco é a mais barata entre todas.

A faca para o corte manual é composta de cabo e fita metálica. A fita metálica é fixada no interior do cabo e deve ser afiada por lima e pedra de afiar.

O cravador e a caneta de marcar couro são utilizadas no corte manual para a marcação de pontos importantes para a construção do modelo e posicionamento entre peças.

Gabaritos são utilizados como modelos para o corte. Estes possuem a silhueta das peças do calçado e podem ser confeccionados com diversos materiais, sendo os mais comuns a cartolina, o polipropileno e o papel timbó.

A cartolina é utilizada para o corte do protótipo inicial, comumente produzido pelo modelista. A baixa resistência da cartolina faz com que ela seja eficiente para o corte de apenas um pé de amostra, pois o seu corte em escala industrial produziria perda de material da borda com variação dimensional.

O corte industrial é feito em Balancim, prensa hidráulica, onde são utilizadas navalhas metálicas (Figura 12) com o formato das peças que compõem o calçado. Existem diversos tipos de balancim e cada modelo possui peculiaridades em sua operação.

**Figura 12 - Navalhas utilizadas para corte de couro em balancim**



Fonte: LASZLO, 2009

Partindo para as etapas efetivamente operacionais do processo de fabricação, tem-se o corte da matéria prima que irá compor o cabedal. É nesta etapa que a opção pelo couro mostra-se mais custosa, pois as irregularidades deste material tornam necessária a ação humana (Figura 13). As máquinas automatizadas, como a de corte a laser, não conseguem evitar as deformidades tão bem quanto um trabalhador habilidoso e experiente. Por este motivo esta costuma ser a função de maior remuneração na linha produtiva do calçado (FENSTERSEIFER e GOMES, 1995).

O corte permanece como a etapa mais trabalhosa e custosa do processo de fabricação de calçados, em particular quando se utilizam materiais de origem animal, que em decorrência de seu alto custo exigem maior atenção por parte do operário. (THOMASSINI, 2011) Em virtude de seu menor custo e a uniformidade dimensional do laminado sintético, seu corte é realizado cortando-se várias camadas do material ao mesmo tempo, gerando assim alta produtividade.

**Figura 13 - Aproveitamento de pele de couro**



Fonte: LASZLO, 2009

A divisão do couro deve ser feita para que a estrutura e construção do modelo fiquem de acordo com o projeto. Cada modelo é desenvolvido e modelado com um tipo de couro e espessura específica de material (chamado nas fábricas de linhas). A divisão do

couro possibilita a uniformização da espessura de todas as peças, que muitas vezes possuem variações normais do couro.

Devido à espessura e estrutura do couro utilizados na produção de calçados devem ser chanfrados antes da preparação e costura do cabedal (Figura 13). Existem diferentes tipos de chanfro e cada tipo é utilizado para um acabamento específico de modelo.

**Figura 14 - Operação de chanfro de peça em couro**



Fonte: LASZLO, 2009

A chanfragem das peças facilita a costura (torna o couro mais fino) e melhora a estética do modelo à medida que impede o acúmulo de material e formação de relevos indesejáveis nas sobreposições de peças.

O chanfro sobreposto deve ser feito em peças que serão sobrepostas entre si. O chanfro luva é usado quando peças serão costuradas entre si e invertidas, como uma luva. O chanfro virado é empregado em peças que terão suas bordas viradas para dentro, permitindo um acabamento superior. Acabamentos de material virado também são utilizados em tecidos, pois impedem o desfiamento durante o uso. O chanfro a fio evita a criação de relevo em peças sobrepostas, uniformizando assim a união entre estas.

Antes da costura das peças do calçado, elas devem ser unidas. A mesa de preparação deve possuir espaço para a movimentação do operador e área para a secagem das peças unidas com adesivo.

Para dar mais resistência à costura entre as peças deve-se fazer o arremate da costura. Feito no início e no final da união o arremate consiste em uma recostura feito sobre os primeiros pontos, reforçando estes locais e impedindo possíveis desuniões durante processos de fabricação. A costura, é uma das atividades de grande importância na produção de calçados, pois a qualidade da costura (Figura 15) é um dos fatores facilmente percebíveis no produto final e erros de costura geram altos tempos de retrabalho e custos de material.

**Figura 15 - Costura de cabedal em couro**



Fonte: Autor

“Esta etapa tem se mostrado razoavelmente automatizada, com o uso de máquinas de bordar programáveis inteligentes, que facilitam a execução de tarefas mais minuciosas, embora a maioria das atividades ainda seja operada manualmente. Muito comum, também, é a subcontratação de mão de obra nesta fase, com os chamados "ateliês", que trabalham dentro do chão de fábrica, mas são formalmente independentes (ANDRADE e CORRÊA, 2001)”.

Na montagem industrial é realizada a união da palmilha de montagem na parte inferior da forma. A função desta palmilha é servir de base para a conformação do cabedal ao redor da forma. A operação de montagem consiste basicamente na vestimenta do cabedal ao redor da forma. Sendo a palmilha de montagem quem fornece a base de fixação do cabedal no local desejado. No caso dos calçados de couro esta vestimenta necessita ter o couro esticado com emprego de força e atrito. Este estiramento é o que faz o material se conformar ao redor da forma, tomando o formato final do calçado. A montagem pode ser feita a partir de diversas técnicas. O emprego de cada uma destas técnicas varia de acordo com o tipo de calçado sendo produzido, as características do material utilizado no cabedal e o nível de produção da fábrica. Três tipos de montagem de calçados serão detalhados no capítulo de estudos de caso.

A montagem é a fase com maior nível de automação dentro da fábrica, havendo diversos tipos de máquinas empregas ao longo do processo.

Após a montagem, o calçado é retirado da forma e o solado é definitivamente colado ou costurado ao cabedal, passando às etapas de acabamento, entre elas o polimento, pintura, secagem e finalizando com a inspeção final (ANDRADE e CORRÊA, 2001).



A inspeção final de qualidade é essencial em virtude do alto fluxo produtivo e alto número de processos da produção de calçados. Em calçados masculinos, são necessárias inspeções de defeitos produtivos e de ausência de pregos no interior do calçado, pois estes são amplamente utilizados como fixadores de salto e caso não sejam pregados da maneira correta podem causar danos ao pé do usuário.

A etapa de polimento, limpeza e pré-empacotamento é essencial para a produção e venda de calçados, pois o produto transitou por de alto número de máquinas, materiais, pessoas e processos. Atualmente, fábricas de sapatos masculinos de luxo, após a costura, utilizam filmes de PCV que embalam o cabedal a vácuo, protegendo-o durante todo o processo produtivo. Desta forma, além de manter o cabedal limpo, o couro fica protegido e seguro contra arranhões e outros tipos de acidentes. Este filme vem a ser retirado do cabedal apenas na etapa de acabamento.

### 3.5 QUALIDADE E ERGONOMIA EM CALÇADOS

Os materiais utilizados na produção de um modelo influenciam diretamente no seu conforto e ergonomia, sendo muitas vezes os principais responsáveis por desconfortos e lesões nos pés, pernas e, até mesmo, na coluna. Isto ocorre em virtude, primeiramente, da complexa função de suporte ao peso do corpo realizada pelos pés e também pela grande complexidade estrutural e cinética do pé humano. Normalmente, problemas de calce e conforto se tornam aparentes após uso prolongado e condições extremas. A busca de conforto e qualidade em calçados, unida à dificuldade de percepção destes fatores durante o momento da compra, gerou necessidade de regulamentação de parâmetros de qualidade e conforto. Segundo Bonazo (2008):

“O mercado competitivo e as exigências dos consumidores fazem com que as certificações de qualidade tornem-se cada vez mais importantes. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) certificações de qualidade entraram em voga na década de 90. Tais certificações de qualidade exigem requisitos técnicos, bem como influenciam na produtividade, otimização de materiais e bem estar de funcionários.”



A busca por calçados confortáveis é constante, sendo uma das maiores tendências do mercado atual. A norma ABNT NBR 14834 estabelece os principais requisitos para a avaliação do conforto do calçado. Dela, origina-se o Selo Conforto (GUIEL et al., 2006)

As normas ABNT NBR, estabelecidas para a indústria calçadista com foco em qualidade e conforto, são a ABNT NBR 14834 a 14840. Tais normas foram um grande avanço para a indústria calçadista brasileira, uma vez que o Brasil foi o primeiro país a ter certificação do conforto dos calçados. Cada norma ABNT NBR 14834 a 14840 está voltada a certa funcionalidade, por exemplo:

- a) ABNT NBR 14834: 2008 – Conforto Calçado: Requisitos e métodos de ensaio referentes ao conforto do calçado;
- b) ABNT NBR 14835: 2008 – Calçados – Determinação da massa;
- c) ABNT NBR 14836: 2008 – Calçados – Determinação dinâmica da distribuição da pressão plantar;
- d) ABNT NBR 14837: 2008 – Calçados – Determinação da temperatura interna;
- e) ABNT NBR 14838: 2008 – Calçados – Determinação do índice de amortecimento do calçado;
- f) ABNT NBR 14839: 2008 – Calçados – Determinação do índice de pronação do calçado durante a marcha;
- g) ABNT NBR 14840: 2008 – Calçados – Determinação dos níveis de percepção do calce.

Sob o ponto de vista de qualidade de produção e de materiais, existem diversos tipos de exames laboratoriais que podem ser realizados pelas indústrias. No Rio Grande do Sul, laboratórios como o IB-Tec. ou o Centro Tecnológico do Calçado SENAI, realizam uma ampla gama de testes de qualidade e de propriedades de componentes (Figura 16).

**Figura 16 - Tipos de ensaio laboratoriais para teste de diferentes partes de calçado**



Fonte: Autor

A produção de calçados confortáveis requer conhecimento sobre os materiais, bem como sua funcionalidade em relação à forma de uso do consumidor. O conforto, proporcionado pela flexibilidade do calçado (entre outros atributos) está intimamente relacionado às características técnicas da palmilha de montagem e interna. A palmilha interna deve ser construída com material leve e ser capaz de absorver impactos e umidade. A parte superior da palmilha interna deve ser encapada com couro macio e a inferior deve permitir que a umidade do pé seja direcionada para a palmilha de montagem e solado (GUIEL et al., 2006).

## **4 PROJETO INFORMACIONAL**

Nos presentes estudos de caso foram analisados três processos produtivos. Cada fábrica emprega um processo específico, como será visto a seguir.

### **4.1 ESTUDOS DE CASO**

Em virtude do foco da pesquisa em gerar estratégias de desenvolvimento de projeto de calçado a partir de uma ótica de produção, se mostrou necessária a análise do estado da arte da produção de calçados masculinos. Desta forma, foram realizados estudos de caso em três tipos distintos de fábricas de calçados masculinos. Estas fábricas, uma localizada nos Estados Unidos (P1) e duas no Brasil (P2 e P3) possuem processos produtivos distintos entre si. Da mesma forma, seus produtos finais e seus volumes produtivos também são diferentes. Assim, foi possível realizar uma análise que engloba distintos processos e métodos de produção, para estabelecer, comparativamente, os pontos de divergência entre eles. Em etapa subsequente será desenvolvida uma bota de trabalho para o público masculino utilizando a teoria de administração da produção e simplificação de processos.

O processo “P1” emprega a fabricação artesanal, produzindo botas com baixa automação e volume baixo. O processo “P2” é caracterizado por uma produção de médio porte e semi-automatizada. O processo “P3” possui como características o alto volume e alto percentual de processos automatizados.

#### **4.1.1 Fábrica “P1”**

Localizada na cidade de Pendleton, Oregon, a fábrica P1 apresenta um modelo de produção artesanal de botas. O autor, durante três meses, foi aprendiz do processo produtivo, fundamentado em técnicas antigas de produção de botas à mão e aprimorado pelo próprio artesão durante seus mais de quarenta anos de experiência na produção de botas.

Focada na produção de botas feitas de couro, a fábrica P1 é operada apenas pelo artesão, que gerencia o negócio e produz os calçados. Embora possua baixa variabilidade de modelos, existe alta customização nos produtos fabricados, que são produzidos levando em consideração as dimensões do pé do cliente.

Os clientes da fábrica P1 em sua maior parte são da cidade de Pendleton e arredores e compram as botas da fábrica P1 há vários anos. A fábrica P1 realiza também a reconstrução de suas botas e renovação do solado consequência da extensa durabilidade de seus produtos.

A matéria prima principal das botas da fábrica P1 é o couro. Todo o cabedal, assim como a base do solado, palmilha, couraça, contraforte, e salto são produzidos de couro. O cabedal é produzido de couro *full grain*, menos espesso e maleável que o couro sola, que utilizado na base da sola, construção do salto, couraça e contraforte.

O produto base da fábrica P1 são botas de couro de cano alto. A sua modelagem é fundamentada no centenário modelo *Packer* (Figura 17).

**Figura 17- Calçado da fábrica P1**



Fonte: Autor

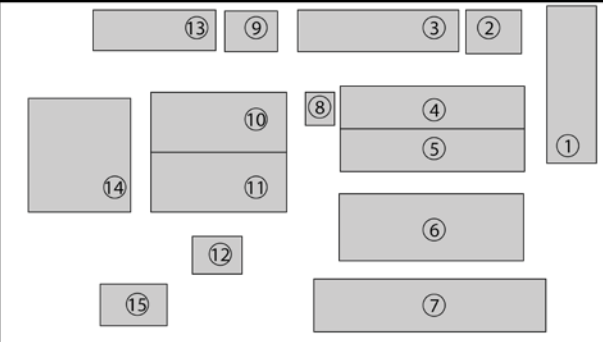
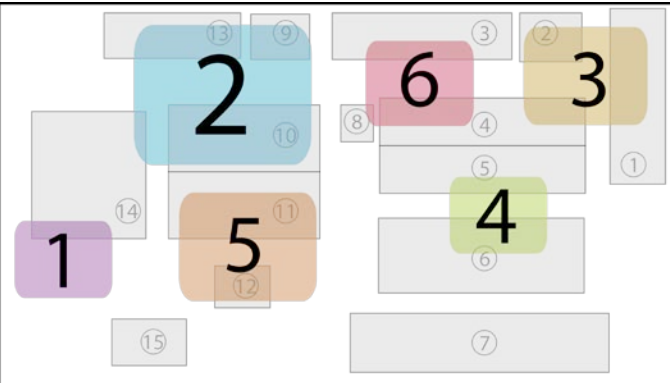
A fábrica possui *layout* por processo e metragem reduzida. A fábrica fica localizada em um espaço único, sem divisões internas, sendo a área de venda e medição de clientes à frente e a fábrica aos fundos. Isto evidencia o caráter artesanal e manual do processo, onde clientes comumente visitavam o artesão e podiam visualizar o processo produtivo e acompanhar a fabricação de suas ordens de pedido.

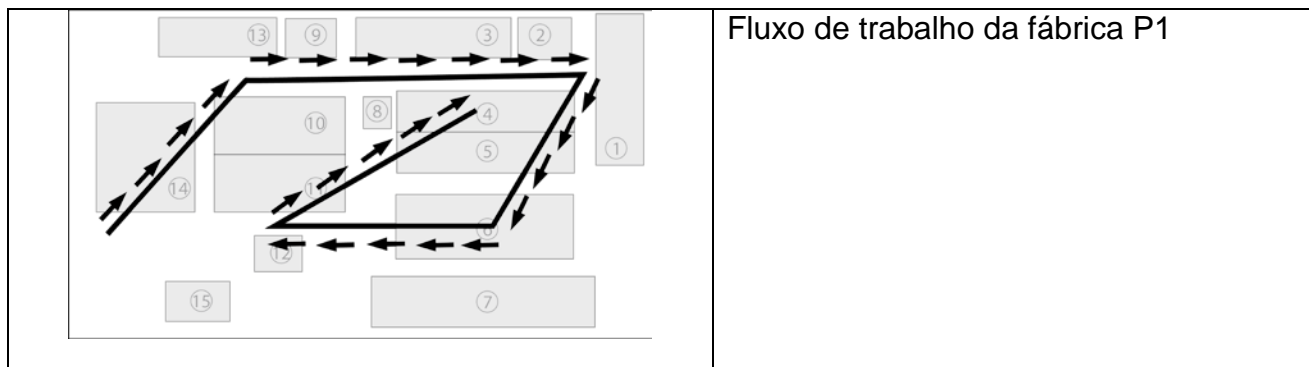
A principal característica da fábrica P1 é a produção de e pequenos lotes de produção grande variedade de especificações técnicas de produto.

Os setores da fábrica P1 (Tabela 2) são estruturados a partir do processo de produção, com núcleos específicos por processo.

Em virtude do caráter altamente artesanal do processo, as poucas máquinas presentes são utilizadas para diversas operações e etapas da produção, tornando assim, o fluxo da produção pouco linear (Tabela 2) e gerando alta movimentação

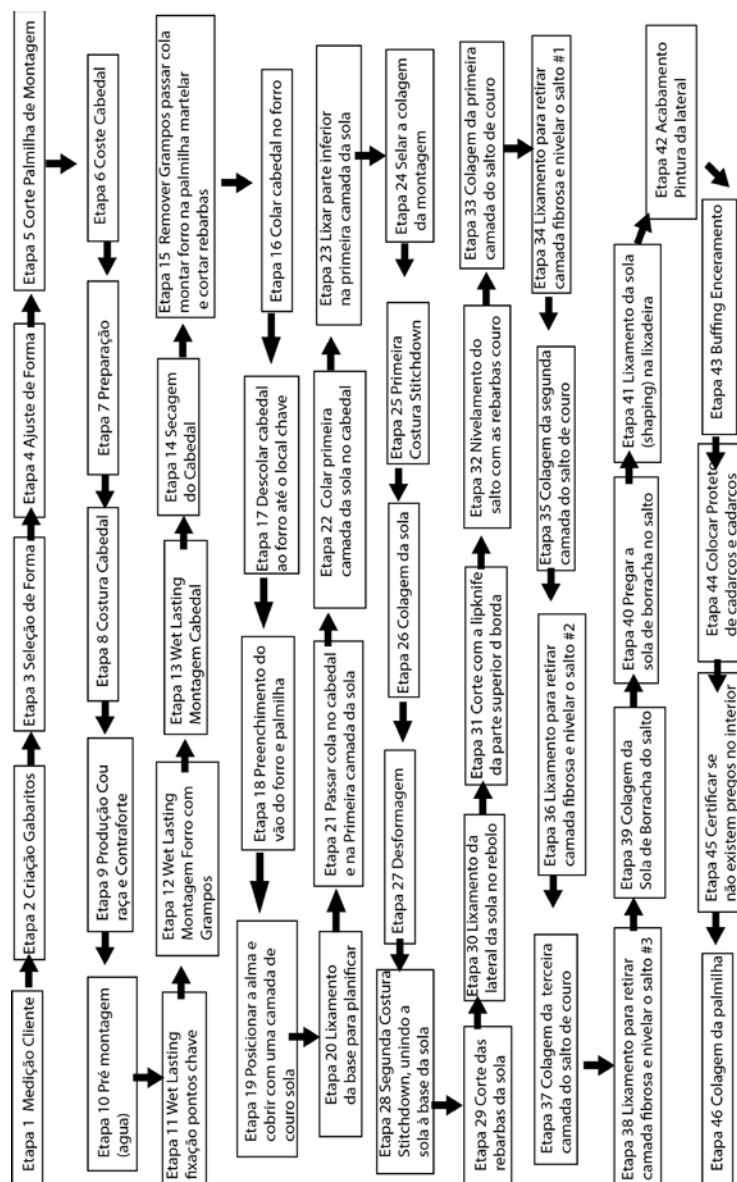
**Tabela 2 – Layout Fábrica P1**

	Legenda
	<p>Layout da fábrica P1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estoque de matéria prima;</li> <li>2. Forno de reativação de adesivo;</li> <li>3. Lixadeira landis 400;</li> <li>4. Mesa de trabalho em solado e salto;</li> <li>5. Máquina 4 em 1 ;</li> <li>6. Mesa de suporte pré-montagem (formas e cabedais);</li> <li>7. Armário de formas;</li> <li>8. Torno de solagem;</li> <li>9. Máquina de costura <i>stitchdown</i>;</li> <li>10. Mesa pequena de corte e preparação;</li> <li>11. Bancada de montagem (<i>wet lasting</i>);</li> <li>12. Torno e cadeira de montagem;</li> <li>13. Bancada e máquina de costura;</li> <li>14. Mesa grande de costura;</li> <li>15. Máquina de costura <i>zig-zag</i>;</li> </ol>
	<p>Setores da Fábrica P1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medição;</li> <li>2. Corte e costura;</li> <li>3. Estoque;</li> <li>4. Distribuição;</li> <li>5. Montagem;</li> <li>6. Acabamento.</li> </ol>



O processo produtivo da fábrica P1 é composto por 46 etapas de produção, a partir da obtenção das medidas do cliente e recebimento do pedido até o acabamento da bota. Todos estes processos são realizados por apenas um funcionário: o artesão dono do estabelecimento. A seguir o fluxograma de processo será apresentado de forma gráfica (Figura 18).

**Figura 18 - Fluxograma geral da fábrica P1**



Fonte: Autor

#### 4.1.1.1 Processo produtivo da fábrica “P1”

O processo produtivo da fábrica P1 será detalhado por etapas.

A primeira etapa consiste na medição do pé do cliente. Estas medidas devem ser feitas com o uso de meias da mesma espessura das que serão utilizadas com a bota. Se as medidas forem feitas sem meias, é provável que a bota fique apertada, causando desconforto e baixa mobilidade no uso.

As medidas são feitas nas posições em pé e sentado. Quando estamos em pé os pés suportam mais peso e as medidas laterais tendem a aumentar. Além disso, são feitas

medições distintas (Figura 19.A) para cada pé, pois o pé esquerdo e direito possuem suas peculiaridades de formatos e tamanhos.

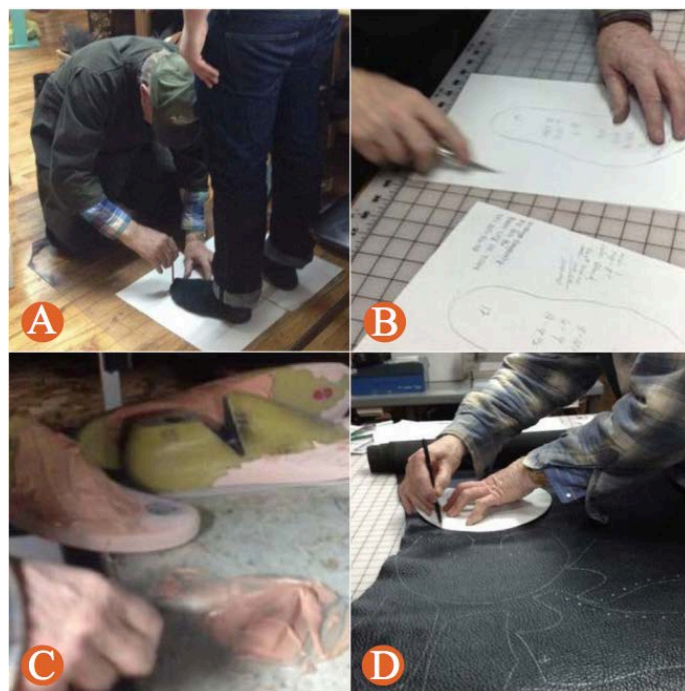
criação gabaritos (ajustes no modelo). Aos gabaritos do perímetro da medição do pé são adicionadas outras informações (Figura 19.B), como; modelo pedido, cor, medidas da circunferência do peito do pé e da canela. Estas medidas são posteriormente adicionadas às peças do cabedal do calçado, fazendo com que o modelo se ajuste às medidas do pé e de perna.

Estas últimas são essenciais em modelos de bota com cano médio e alto, visto que é necessário um fechamento perfeito do cabedal ao redor da canela para obter o máximo conforto no uso. Este gabarito é anexado à pasta do cliente e após a entrega da bota, arquivado para uso futuro. Delimitação de peças no couro antes do corte (Figura 19.D) : seleção de forma. Nesta etapa fabrica-se a forma. Durante este processo as peculiaridades do relevo do pé são transferidas para uma forma. Esta forma é pré-selecionada de acordo com a sua similaridade com as medidas específicas do cliente. O benefício de produzir um calçado a partir de uma forma customizada é primeiramente a eliminação de pontos de pressão durante o uso, provenientes das diferenças de formato entre a forma utilizada para a produção do calçado e o pé do cliente.

Ajuste de forma com massa rápida a partir das características do pé do cliente. (Figura 19.C) Nesta etapa, adiciona-se massa rápida na forma e a conforma (Figura 53) de acordo com as medidas específicas do pé do cliente. Após secagem da massa, dá-se acabamento à forma em uma lixadeira, suavizando-a e tornando os volumes mais orgânicos.

**Figura 19- Etapas de medição e corte do calçado da fábrica P1**





Fonte: Autor

corte palmilha de montagem. A palmilha de montagem possui o perfil da sola do pé e serve como estrutura para a construção do calçado. É sobre ela que o cabedal irá se conformar ao redor da forma, tomando o formato do pé humano. Calçados artesanais possuem palmilhas de montagens feitas de couro sola. O couro sola, curtido em taninos vegetais, não passa por todas as etapas de divisão como o couro utilizado para o cabedal, por isso, ele é mais grosso e mais rígido (uma diferença essencial do curtimento ao cromo é a maciez elevada, em contraste com o curtimento a taninos vegetais, que dão mais estrutura ao couro curtido). Após o curtimento a taninos vegetais, o couro é, então, processado através de cilindros, que exercem forte pressão, dando assim mais rigidez ao material.

O formato da palmilha de montagem (Figura X Y) deve ser idêntico ao formato e tamanho da parte inferior da forma utilizada. Se houverem diferenças, estas irão dificultar a montagem do calçado e a selagem do couro à forma.

. Apesar de existirem diversas técnicas de corte, o corte manual é o mais utilizado em produções artesanais onde as peças diferem entre si conforme as variações de formatos dos pés. Alguns aspectos devem ser rigidamente comportados durante o corte. O primeiro deles é o posicionamento das peças no couro. Diversas áreas da pele

possuem diferentes sentidos de alongamento, os quais devem coincidir com os sentidos de alongamento desejados para cada parte específica do calçado. Ao mesmo tempo, em decorrência do alto valor do couro, é necessário o posicionamento de todas as peças na menor área possível da pele, possibilitando maior aproveitamento do material.

No caso específico de botas Packer, onde as bordas das peças possuem acabamento “a fio”, um corte preciso e contínuo é essencial para a estética do produto final, pois o traçado do corte feito pela faca fica aparente no produto pronto. Deve conhecer previamente a construção e fabricação do calçado, determinando assim os locais e partes das peças que serão aparentes e que possuem importância na construção dos modelos. Com esse conhecimento, o artesão corta de forma mais rápida pois as linhas não estarão aparentes no produto final e toma muito cuidado com o corte de linhas de construção e de pontos de referência para a união das peças. Estes pontos de marcação podem ser feitos com caneta ou com o uso do cravador, tornando mais fácil e precisa a união das peças antes da costura.

Cada modelo possui um processo particular de produção dividido em etapas específicas. Este processo não é fixo, mas é projetado de forma a auxiliar uma produção simplificada e ágil do calçado. Neste caso particular, a união das peças é feita com cola branca (Figura 20.A).

Diferentes tipos de materiais se comportam de formas distintas ao uso da cola na união das peças. Couros com maior acabamento e menor textura possuem mais resistência à absorção da cola e união das peças, no entanto, apresentam maior resistência à remoção e limpeza na etapa de acabamento.

#### **Costura do puxador traseiro no cabedal**

Cabedal submerso em água anterior à montagem

**Figura 20 - Etapas de colagem e costura do calçado da fábrica P1**



Fonte: Autor

costura do cabedal. A costura é realizada em máquina de costura de linha única e todas as costuras do modelo são duplas. A máquina de costura *zig-zag* é utilizada apenas na união das laterais. A primeira parte a ser costurada são as laterais, unidas por costura *zig-zag* no eixo vertical do calcanhar (Figura 20.B).

Depois de unidas, as laterais receberão primeiramente a tira traseira, que se estende verticalmente sobre a costura *zig-zag* que une as duas laterais. Esta tira possui um arco na sua extremidade que serve como um puxador, facilitando o calce da bota.

Depois de costurada a tira, a peça traseira é colada sobre esta última. Como a costura é feita apenas na parte superior da traseira, é formado um bolsão entre a parte externa das laterais e a parte interna da peça traseira. Este bolsão irá receber o contraforte, peça estrutural rígida que dá suporte ao calcanhar. Após costurada a traseira, as duas laterais são unidas à lingueta (Figura 20.A) costurada na lateral para impermeabilizar o interior da bota.

Após a união da lingueta ao cabedal, são feitos os orifícios para colocação dos ilhoses, peças metálicas por onde passa o cadarço. Após colocação dos ilhoses, é feita a última etapa de costura do cabedal: a união da gáspea às laterais. Esta costura sela completamente o cano do modelo.

A couraça e o contraforte são peças estruturais dos calçados, dando suporte, resistência e estrutura para o modelo. A couraça é posicionada na extremidade do calçado, protegendo a ponta do pé e dando formato ao bico. Já o contraforte é posicionado na traseira e “abraça” o calcanhar do usuário, mantendo o calçado firme no pé durante o uso.

O contraforte é produzido de couro sola, o mesmo utilizado para a produção da palmilha de montagem. Após cortado no tamanho correto, todas as bordas do contraforte são chanfradas e posteriormente lixadas, fazendo com que possua mais estrutura em seu centro; tornando-o flexível nas extremidades; permitindo que este seja moldado no formato da forma e invisível no modelo final.

*Wet-lasting* é uma técnica de montagem de calçados de couro onde o cabedal fica submerso em água (Figura 20.C).cerca de 4 horas para amaciar. A água penetra nas fibras do couro e o torna mais flexível e maleável, permitindo uma conformação melhor sobre a forma e fazendo com que o montador tenha que exercer menos força durante a atividade. Outra característica da técnica *wet-lasting* é que, após montado sobre a forma, o couro seca ao ar livre, encolhendo levemente e absorvendo o formato da forma.

A primeira etapa de montagem do cabedal sobre a forma é a centralização do modelo (Figura 21.A). Esta centralização é feita a partir da fixação do cabedal sobre a forma em dois pontos chaves: na metade do bico e na metade do traseiro. É imprescindível que a forma seja vestida com o cabedal alinhado corretamente (Figura 21.B) e esta fixação inicial permite que não ocorra nenhum torcimento posterior decorrente da força exercida durante a montagem. Centralização do bico na forma (Figura 21.C)

Depois de fixados estes dois pontos, o artesão inicialmente faz a montagem do forro. A montagem das laterais é feita com o alicate de montagem e um grampeador. Com a o alicate o estica-se o couro até a tensão desejada, e com o grampeador faz a fixação.

O ângulo e a direção para onde estica-se o couro sobre a palmilha de montagem é de extrema importância para uma montagem de qualidade. Este ângulo deve ser sempre tangencial com a curvatura da palmilha de montagem no local específico. A montagem em ângulos não tangentes gera rugas no couro visíveis no produto acabado.

Após montadas as laterais interna e externa do forro, monta-se, então, o bico (Figura 21.D). Este, por possuir curvatura mais acentuada e mais material, é montado com pregos, facilitando a criação de mais dobras de acúmulo de material.

*Wet-lasting* - montagem cabedal a partir de grampos na lateral e pregos na frente. Após montado o forro, realiza-se o mesmo processo com o cabedal, montando primeiramente as laterais com grampos e por fim o bico. A última etapa de montagem é a da traseira (Figura 21.E), realizada também com pregos. Secagem do calçado após montagem com auxílio de tira de couro para selagem do cabedal na forma (Figura 21.F).

**Figura 21 - Etapas de montagem do calçado da fábrica P1**



Fonte: Autor

A direção do local de início de montagem das laterais e sentido de montagem é essencial para a estética final da bota. Caso as laterais fossem montadas individualmente, a força exercida pela própria ação de esticar o couro e fixar o material na parte inferior da palmilha causaria torcimento em todo o cabedal e o produto final ficaria descentralizado na forma, o que resultaria tanto em desconforto no uso quanto problemas estéticos.

É essencial na etapa de modelagem das peças adicionar área extra de couro que servirá de base para a montagem. O tamanho desta área de acréscimo depende do local no calçado, do perfil da forma (bicos mais altos “roubam” mais materiais) e da espessura e características elásticas do couro utilizado.

O último local a ser montado é o traseiro. Em virtude da pequena área de trabalho e grande acúmulo de material gerado pela alta curvatura do calcanhar humano, utilizam-se pregos especiais, de maior altura, para otimizar a fixação das pregas do material e realizar uma montagem eficiente.

a montagem sobre a palmilha de montagem, a forma é colocada em um suporte para que o cabedal possa secar (Figura 21.A) . Durante a secagem as fibras de couro perdem umidade e se encolhem, fazendo com que o cabedal tome o formato da forma, formato este que irá se manter mesmo após a retirada desta.

Após a secagem do cabedal pelo tempo de uma noite, faz-se a retirada dos grampos e pregos, montando-se novamente o forro sobre a palmilha de montagem com adesivo. Em seguida retiram-se os grampos e pregos utilizados na montagem da gáspea e passa-se adesivo entre o forro e o cabedal, montando novamente o cabedal.

É possível adicionar biqueira de segurança ao pedido da bota na fábrica P1. Esta biqueira é produzida a partir de chapa polimérica termo formável. Com o auxílio de luvas, esquentam-se a chapa e a conforma sobre a forma. Com o esfriamento da biqueira já conformada, esta é retirada da forma e realizam-se operações de modelagem na lixadeira.

Após a secagem do adesivo, utiliza-se uma espátula para descolar o forro do cabedal até o limite da palmilha de montagem. Em seguida, vira-se o couro do cabedal para fora e utilizando um martelo faz-se um vinco para fora em toda a gáspea. Este vinco para fora é feito para possibilitar a costura da gáspea na primeira camada da sola.

Após vincada para fora, precisa-se planificar o forro retirando as dobras do material feitas durante a montagem. Com um estilete, planifica-se o forro que foi colado sobre a palmilha de montagem (Figura 22.A). Estas ações são necessárias para que todas as camadas abaixo da palmilha sejam planas e sem calombos, que seriam desconfortáveis durante o uso. Cola-se, então, uma tira de couro no centro da palmilha de montagem (Figura 22.B) para fechar e nivelar a camada de couro gerada pelo forro.

Posicionar a alma e cobrir com uma camada de couro sola. Na parte traseira do calçado, centraliza-se a alma (Figura 22.C), peça metálica que estabiliza e enrijece a sola e o salto.

**Figura 22 - Etapas de pré solagem do calçado da fábrica P1**





Estas ações de uniformização de palmilha e de base da sola (Figura 22.D) são altamente criteriosas, pois esta parte da bota deve, em uma extremidade fornecer conforto para a sola do pé, e na outra ser resistente e suportar as condições extremas de uso e tipos de terrenos.

Na fábrica P1, ações simples como a utilização de um martelo (Figura 23.C) são altamente estruturadas e tomadas como críticas. A aplicação de força excessiva ou o sentido errado de martelagem geram defeitos que, durante a etapa produtiva podem passar despercebidos, mas que ao longo do tempo de vida e do uso da bota, serão evidenciados e gerarão desconforto ao usuário.

Lixa-se, então, toda a superfície inferior do calçado (Figura 22.D) com o objetivo de torna-la completamente plana. O solado e o salto são construídos sob uma chapa de couro (Figura 23.A). Esta base serve como fundação e faz a união da parte superior do calçado com a parte inferior. Esta base é feita de couro sola e é colada na parte inferior do calçado com o auxílio do martelo. Após colada, lixa-se a parte inferior desta base para retirar a camada mais fibrosa do couro e possibilitar que a colagem da sola seja mais duradoura.

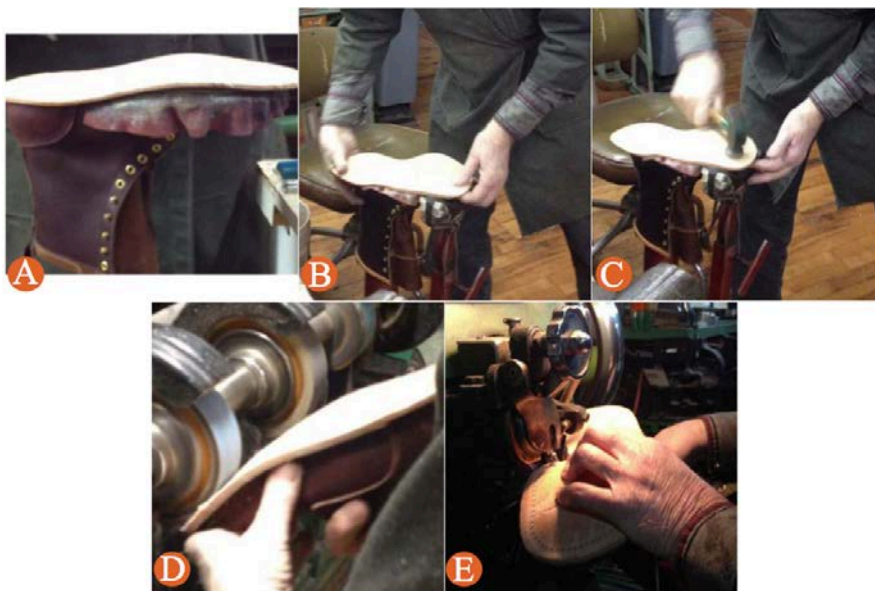
O posicionamento da primeira camada de sola e seu método de união com o cabedal também é altamente estruturado e criterioso. A sola deve ser martelada do centro

para fora (Figura 23.C), e qualquer não uniformidade, seja em força aplicada ou em localização da martelada faz com que esta camada de couro fique torcida e não nivelada. Este defeito não pode ser ajustado posteriormente e será transmitido para o solado do produto final.

O lixamento das camadas de couro que formam a fundação do solado é essencial por dois motivos principais (Figura 23.D). O primeiro deles é por fatores de colagem, pois a parte carnal do couro possui fibras menos intercaladas e com menor integração. Esta camada deve ser retirada para que a base da colagem seja feita sob a camada inferior com fibras com maior adesão e uniformidade. O segundo motivo é a regularidade e nivelamento da sola. Sendo o couro um material de origem animal, mesmo passando por processos de uniformização de espessura durante o curtimento, a pele curtida ainda apresenta certas variações de espessura. Estas devem ser ajustadas para obter uma bota de qualidade máxima.

Após a colagem da base da sola ao cabedal, é feita a primeira costura *stichdown* (Figura 23.E). Esta costura une gáspea do cabedal à base do solado.

**Figura 23 - Etapas de início de solagem do calçado da fábrica P1**



Antes de feita esta costura, é necessário que a bota seja “vincada” em uma máquina chamada de “4 em 1”. Esta máquina pressiona e vinca a borda do cabedal em sua união com a forma, fornecendo uma linha guia de limite que serve como rota de costura na etapa subsequente.



Na fábrica P1 a ordem de pedido e informação de produto e do cliente são contidas em uma ficha de pedido, sendo esta anexada ao cabedal (Figura 24) e seguindo com este durante todas as etapas de processamento.

**Figura 24 - Cabedal com base da sola colada,**



Fonte: Autor

Quando necessário, retira-se a ficha para realizar processos específicos (como lixamento) e posteriormente recoloca-a na bota.

É necessário, então, passar adesivo, reativar e colar, martelando do centro para as fronteiras. Após a primeira costura stitchdown, passa-se adesivo na parte inferior da base da sola e na sola de elastômero

Após pré-secagem do adesivo, reativa-se o adesivo em uma estufa e com o auxílio do martelo une-se a sola de elastômero à base da sola de couro (Figura 25.A). Após feita a colagem, cortam-se as rebarbas da sola de elastômero (Figura 25.B)., preparando o cabedal para a segunda costura stitchdown. Acabamento dos limites da sola com faca Lipknife

Após feita a colagem da sola de borracha, faz-se a segunda costura stitchdown, unindo a sola de elastômero ao cabedal (Figura 25.C). Esta costura é muito eficiente, pois, além de fazer um sanduíche com as camadas estruturais de construção, faz com que a junção das linhas de costura fique no meio do material, tornando o calçado muito mais resistente.

Em virtude da característica artesanal e baixo volume produtivo da fábrica P1, grande parte dos materiais utilizados (como a base da sola) são comprados em placas que servem para vários números de calçados. Estas placas, após coladas na bota, são recortadas posteriormente (Figura 97), para a retirada do excesso de material.

Após feita a segunda costura stitchdown, lixa-se toda a lateral do solado (Figura 25.D), para uniformizar a distância entre a costura e o limite da sola. Este lixamento fornece um acabamento visual superior ao calçado. O acabamento da quina superior do solado é feito em lixa. Após lixada a lateral do solado, com a faca *lipknife*, chanfra-se a parte superior do couro (Figura 25.E) da gáspea para melhor acabamento.

**Figura 25 - Etapas de colagem e costura da sola do calçado da fábrica P1**



A etapa mais importante da construção do salto é a nivelagem da forma. O artesão precisa tornar a parte inferior do calçado, inicialmente abaloada pelo formato inferior da forma, em uma camada plana. Com este objetivo, a primeira etapa consiste na colagem de tiras de couro sola chanfradas ao redor da área do salto (Figura 26.A).

Após a colagem das tiras, cola-se as diversas camadas do salto (Figura 26.B). Após a colagem de cada camada, lixa-se a parte inferior para nivelar os dois pés, fazendo com que estes possuam a mesma altura e sejam completamente planos.

Em seguida (Figura 26.C), são realizadas diversas operações de colagem de camada de couro, corte dos limites e lixamento para nivelar o salto. Durante estas etapas de lixamento (Figura 26.D), o artesão utiliza gabaritos para verificar o nível do solado da bota e compara a uniformidade do salto do pé esquerdo com o direito.

Após o fim de todas as camadas de couro estruturais do salto, cola-se um salto de borracha sob o salto. Este salto possui canais para fixação do salto com o cabedal por

meio de pregos. Assim, antes de modelar o formado lateral do salto, o artesão prega a placa da sola no calçado, unindo esta a todas as camadas de couro que estruturam o salto com o cabedal, gerando uma união firme e duradoura.

O perfil lateral do salto é feito apenas após toda a construção do salto. Isso possibilita que o lixamento seja feito já com todas as camadas em posição (Figura 26.E)

**Figura 26 - Etapas de início de fabricação do salto do calçado da fábrica P1**



Depois de feito o lixamento do salto, o calçado passa para as etapas de acabamento. A primeira etapa de acabamento é a pintura da lateral do salto e da sola (Figura 113). Feita a pintura, o calçado é deixado para secar por alguns minutos e então é polido (Figura 27).

**Figura 27 - Enceramento do salto e polimento da bota**



Fonte: Autor

Depois de polido, coloca-se, então, os atacadores e cola-se a palmilha de conforto no interior do calçado (Figura 28). A palmilha de conforto é colada sobre a palmilha de montagem. Esta palmilha é feita de couro, no mesmo material utilizado no cabedal. Entre os atacadores de couro e a lingueta, uma peça chamada de “protetor de lingueta” é colocada. Esta peça é essencial, pois, com o uso, atacadores de couro tentem a enrijecer e podem furar a lingueta ao longo dos anos.

**Figura 28 - Cabedal pronto antes do acabamento**



Fonte: Autor

Após estas etapas, é finalizado o processo produtivo (Figura 29), sendo o calçado encaixotado para o envio ou colocado na estante, caso o cliente venha busca-lo pessoalmente. Neste ultimo caso, o cliente realiza prova de calce e de conforto e pode solicitar ajustes na bota sem custos extras.

**Figura 29 - Bota pronta para envio com protetor de lingueta e atacadores**



Fonte: Autor

#### 4.1.1.2 Processo produtivo da fábrica “P2”

A fábrica P2 fica localizada na cidade de Novo Hamburgo, no Vale dos Sinos. Esta fábrica possui porte médio e realiza tanto produções próprias como terceirizadas. Esta fábrica possui cerca de seis funcionários diretamente ativos nos processos produtivos. Dependendo das especificações técnicas e volumes produtivos, esta fábrica realiza subcontratações de ateliers de costura em virtude da sua baixa capacidade produtiva no setor de costura.

Gerenciada por uma família, a fábrica P2 trabalha com funcionários do bairro onde está localizada. A produção do modelo estudado é realizada a partir de terceirização de processos de montagem e acabamento na fábrica P2. As etapas de corte, costura e embalagem são realizadas externamente. No entanto, em virtude desta complexidade de logística, neste trabalho será considerada a fábrica P2 como fabricante de todos os processos do calçado em questão.

A marca produtora do calçado produzido na fábrica P2 é Brasileira e opera em Novo Hamburgo, no entanto, possui foco mercadológico, e consequentemente de produto e de qualidade, voltado a exportar seus produtos. Desta forma, os parâmetros tanto de modelagem quanto de qualidade de material e de processo são avaliados por uma perspectiva de exportação. A seguir serão evidenciados as características de materiais e de produto implementadas no desenvolvimento do calçado em virtude destas perspectivas globais do produto em questão.

O calçado produzido na fábrica P2 possui todo seu cabedal em couro napa vacum (de origem bovina). Todo o forro interno, assim como a palmilha, é produzido com couro suíno. Este é mais macio que o couro vacum e mais resistente que o couro de cabra



(material muitas vezes utilizado como forro em sapatos masculinos de luxo). Entre o couro do cabedal e do forro, são utilizados materiais de reforço, que dão estrutura e firmeza ao calçado. Estes materiais, produzidos com resina termoformáveis em suportes de tecido, além de dar firmeza ao cabedal, também impedem que o couro ceda de maneira extrema ao longo do tempo de uso. Este alargamento (comum em áreas como o peito do pé e no calcanhar) pode tornar o calçado frouxo eliminando o ajuste aos limites do pé, em consequência da trabalhabilidade do couro ao longo tempo de uso.

O calçado produzido na fábrica P2 possui sua modelagem fundamentada no modelo “Duck Boot” (Figura 30). Este modelo de botas de cano médio, ficou conhecido por possuir gáspea em peça única ao longo de todo o calçado, o que o impermeabiliza até certa altura, tornando-o eficiente para uso em terrenos com barro e levemente pantanosos (deste fator provém o nome “*Duck Boot*”, advindo de seu uso primário para a caça de aves).

**Figura 30 - Calçado da fábrica P2**



Fonte: Autor

A fábrica produz calçados masculinos e femininos, e possui área ampla em relação ao número de funcionários e máquinas. As máquinas são dispostas ao longo do perímetro (Tabela 3), em consequência da localização dos encanamentos de energia e ar comprimido que percorrem a periferia do prédio. A fábrica P2 possui layout celular.

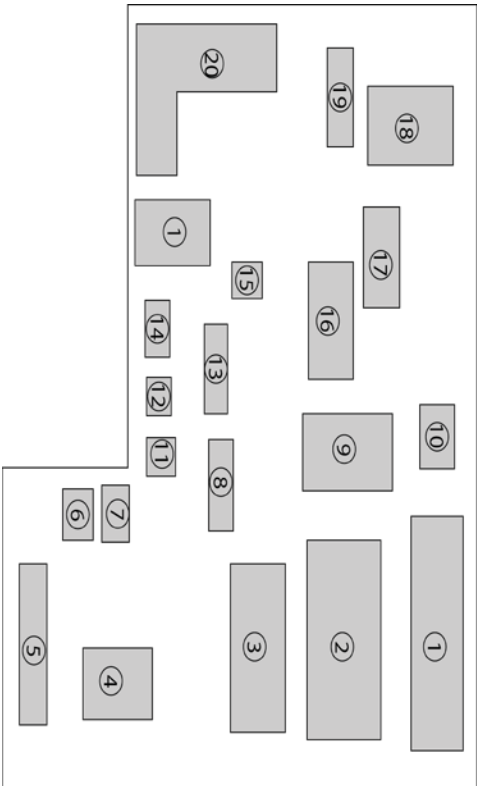
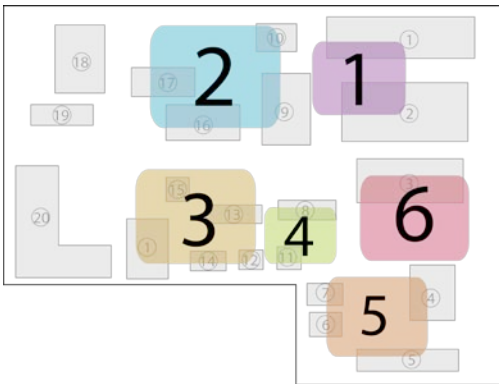
Os recursos produtivos da fábrica P2 estão alocados em seis setores primários (Tabela 3). Estes baseiam-se em máquinas que se alimentam da rede energética disposta ao longo do perímetro do prédio.

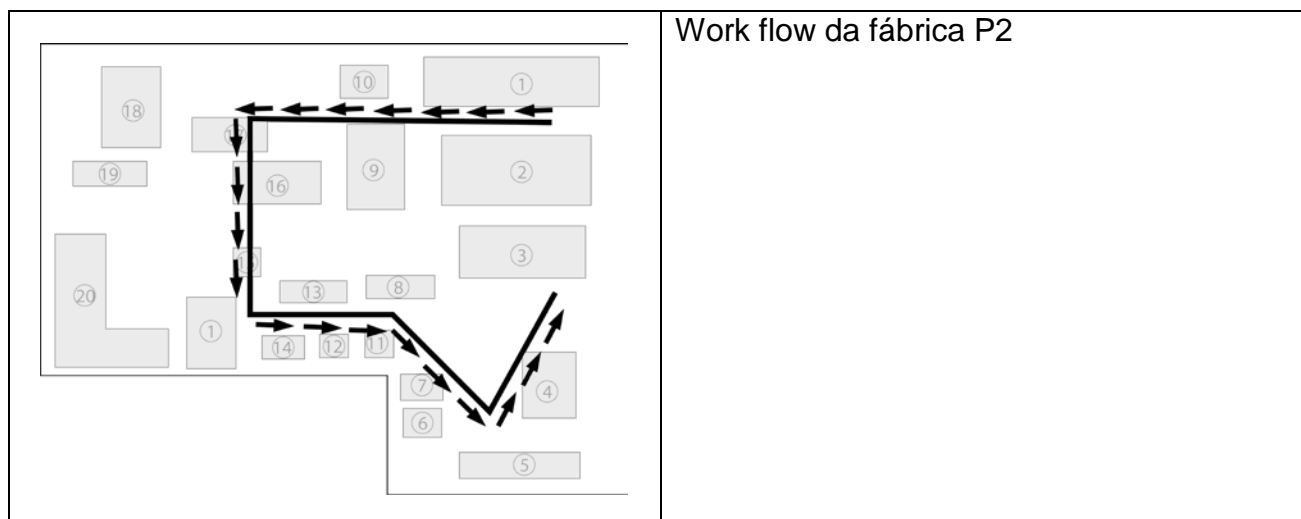
Legenda:

O fluxo de trabalho da fábrica P2 (Tabela 3) é circular e periférico em virtude da disposição de recursos. A fábrica possui dois estoques de matéria prima. O primeiro deles fica na no setor 1 e conta com a matéria prima para corte e costura do cabedal. Ao fundo

da fábrica, atrás do setor 2 e 3 está o estoque de materiais para a montagem, ou seja, solados, formas e palmilhas. Esta divisão de estoque possibilita que os recursos estejam dispostos próximos às áreas que irão processá-los.

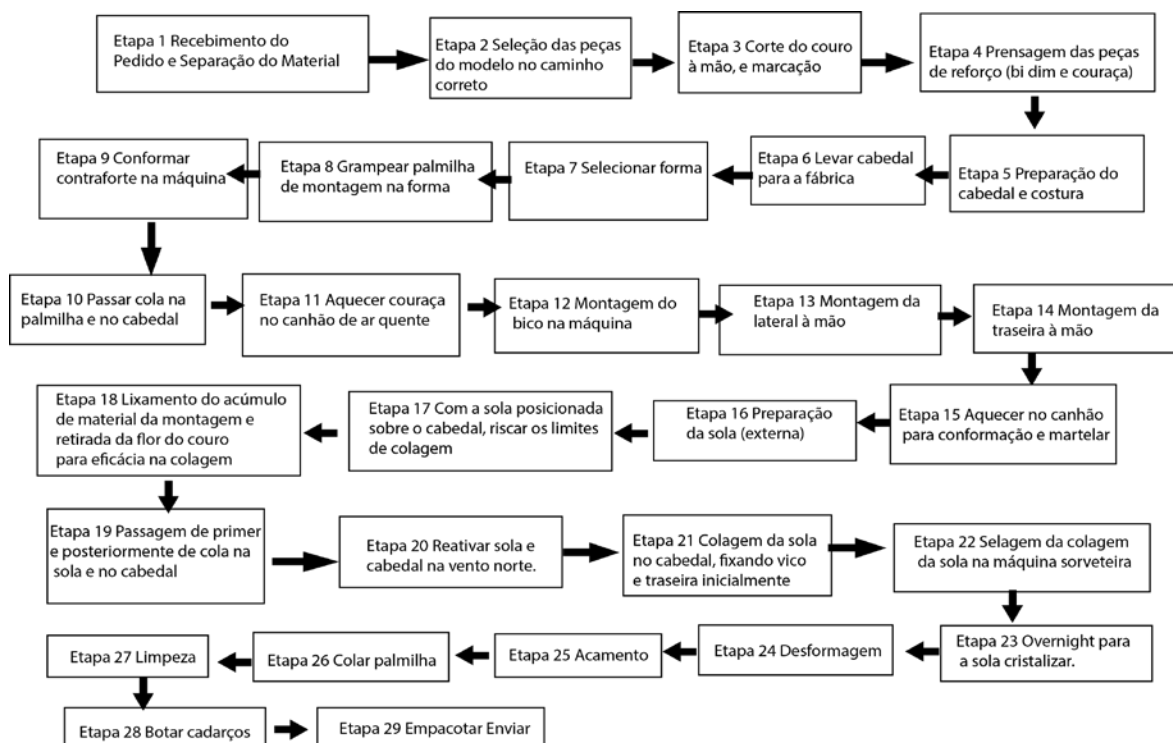
**Tabela 3 – Layout Fábrica P2**

	<p><b>Layout da fábrica P2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estoque de matéria prima;</li> <li>2. Mesa de embalagem e balancim (máquina de corte);</li> <li>3. Carrinho de transporte;</li> <li>4. Mesa de acabamento;</li> <li>5. Máquina de acabamento e enceragem (limpeza e pintura);</li> <li>6. Máquina sorveteira (de prensagem da sola);</li> <li>7. Máquina vento-norte (reativação de adesivo);</li> <li>8. Mesa de colagem;</li> <li>9. Mesas de corte manual;</li> <li>10. Máquina de carimbar;</li> <li>11. Lixadeira;</li> <li>12. Canhão de ar;</li> <li>13. Mesa de colagem;</li> <li>14. Máquina de apontar bico;</li> <li>15. Máquina de grampear;</li> <li>16. Mesa de preparação;</li> <li>17. Máquinas de costura;</li> <li>18. Mesas de preparação;</li> <li>19. Máquina de conformar contraforte;</li> <li>20. Estoque de couro.</li> </ol>
	<p><b>Setores da Fábrica P2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Corte;</li> <li>2. Preparação e costura;</li> <li>3. Montagem;</li> <li>4. Colagem solado;</li> <li>5. Acabamento;</li> <li>6. Embalagem e expedição.</li> </ol>



O processo produtivo da fábrica P2 é composto por 29 etapas de produção (Figura 31), a partir do recebimento do pedido, até o envio do calçado. O processo é mais simplificado que o processo da fábrica P1 em virtude tanto da construção do modelo como do tipo de processo de montagem e solado. A seguir o fluxograma de processo será apresentado de forma gráfica.

**Figura 31 - Fluxograma geral da fábrica P2**



Fonte: Autor



#### 4.1.1.3 Fluxograma Detalhado

A seguir, o processo produtivo da fábrica P2 será detalhado por etapas. A produção da fábrica “P2” é feita em uma série de ateliers terceirizados. A primeira etapa de produção consiste no recebimento do pedido e geração da ordem de produção. Para início da produção é necessária a separação dos materiais necessários para a produção. Seleção das peças do modelo no tamanho correto. Os gabaritos de corte do modelo no tamanho na ordem de pedido são separados para o início da produção

Corte do couro à mão (Figura 32.A), e marcação. De acordo com a ficha técnica do modelo, o cortador faz o corte à mão do couro para o cabedal e para o forro, da palmilha de montagem, dos materiais de reforço (entretela) e couraça e contraforte. O corte do solado, feito em borracha crepe, é feito por balancim.

O corte das peças do cabedal em couro (Figura 32.B) deve respeitar o sentido das fibras do couro em relação com as necessidades e restrições dimensionais necessárias ao calçado (que deve permitir aumento dimensional lateral, em busca de se conformar ao perfil do pé do cliente, mas não ceder no comprimento, o que modificaria o tamanho do calçado ao longo do uso).

Após o corte e antes da costura, é feita a prensagem dos materiais de reforço sobre o couro do cabedal. Estes materiais servem para estruturar o cabedal e ficam localizados entre o cabedal e o forro do calçado. Por serem feitos de material termo conformável, a prensagem à quente funde o material de reforço com o couro do cabedal.

Preparação do cabedal e costura: a preparação é feita em um atelier de costura externo à fábrica. A preparação e costura são etapas produtivas interdependentes, já que a costura do cabedal segue um processo estruturado de etapas. Assim, a costura deve ser realizada de maneira linear, de forma a tornar o processo de união e costura das peças o mais eficiente e rápido possível. Este processo de logística de construção do cabedal, muitas vezes é realizado apenas após o design e a modelagem do calçado. Por causa disto, é frequente que o processo de preparação e costura do cabedal de certos modelos seja extremamente complexo e demorado (Figuras 32.C e 32.D).

**Figura 32- Etapas de corte e costura do calçado da fábrica P2**



É por este motivo que deve ser levados em consideração durante a modelagem e o design de modelos princípios de produção que busquem a eficiência e simplicidade de processos (objetivo geral do presente trabalho).

A inteligência de montagem de calçados é estabelecida muitas vezes pelo costureiro, que estabelece o “caminho de montagem” mais eficiente a partir das evidências do modelo, como sobreposição de peças e materiais.

Desta forma, a preparação nada mais é que a união das peças com adesivo antes da costura. Esta união impede que as peças se movimentem e se desloquem umas sobre as outras durante as operações de costura.

A união entre peças feitas nas etapas de preparação é guiada a partir de marcações feitas no couro durante o corte, como piques e marcações a caneta ou cravador. Estas marcações delimitam o local específico de sobreposição entre peças. Estes pontos são definidos durante a modelagem que estabelece os tamanhos, formatos e locais de união entre peças.

Certos tipos de costura são realizados manualmente. Um exemplo é a costura celeiro, realizada com linha mais grossa que a utilizada em máquina. O ponto celeiro é

conhecido por sua ampla utilização nos sapatos tipo mocassim em virtude da sua característica estética de rusticidade e processamento manual.

A palmilha de montagem, feita de fibras de celulose, é grampeada na parte inferior da forma. O tipo de forma e seu formato é essencial tanto para o conforto final do calçado fabricado como delimitador de estilo e construção. Originalmente, cada tipo de forma é concebido como base para a produção de um modelo específico de calçado e consequentemente suas características construtivas. Por exemplo, formas que possuem quina aparente no bico são direcionadas para a construção de modelos com duas peças na gáspea, sendo que a união destas é feita exatamente nesta quina aparente. Da mesma forma, formas direcionadas para à produção de botas possuem características específicas de altura e perfil traseiro em virtude das peculiaridades de calce e uso de botas.

Conformar contraforte na máquina: o cabedal é conformado na máquina quente frio. Esta máquina possui duas matrizes com o formato do calcanhar. O cabedal é primeiramente posicionado na matriz quente, que aquece e amolece o contraforte. Em seguida, o contraforte é colocado sob a matriz fria, que sob pressão esfria o contraforte termo formável fazendo com que este obtenha o formato da traseira da forma.

Antes da montagem, o montador passa adesivo em toda a borda da palmilha de montagem e na borda do cabedal. Aquecer couraça no canhão de ar quente. Antes de fazer a montagem do cabedal na forma, o montador aquece a couraça em um canhão de ar quente. Com a couraça aquecida e maleável, o montador passa então para a montagem na máquina.

Montagem do bico na máquina: a máquina de apontar bico serve para a montagem da parte frontal do calçado. O montador posiciona o cabedal alinhado com a forma e após acionamento, as pinças da máquina seguram o cabedal enquanto tesouras forçam o couro para a parte inferior da forma, fazendo com que este estique, adquirindo o formato da forma.

Montagem da lateral à mão e montagem da traseira à mão (Figura 33.A): após a montagem do bico, o montador passa para a montagem manual da lateral e da traseira do cabedal, com o alicate de montagem. Este tipo de montagem por dois processos distintos é eficiente em relação a produção e a custos pois máquinas de montagem completa possuem altos valores. Ainda, a montagem apenas do bico em máquina é extremamente eficiente, pois a parte frontal do calçado apresenta o maior grau de complexidade para a montagem manual. Isto ocorre pois além de ter que puxar o material

para a parte inferior da forma, o montador deve evitar que se formem rugas na parte superior do cabedal, que o material “sele” na forma e que o modelo fique centralizado.

Aquecer no canhão para conformação e martelar: logo após a montagem, o montador aquece o cabedal no canhão de ar quente, martelando pequenas rugas e fazendo com que o couro encolha, tomando o formato da forma (Figura 33.B).

A etapa de montagem é, sob o ponto de vista de processo, a etapa mais crítica e complexa da produção do calçado, já que é nela que todos os tipos de defeitos (de modelagem, de material, de costura, de design de produto) se tornam visíveis. Embora estes defeitos possam ser maquiados através de certas estratégias, estas se mostram, improdutivas, geradoras de retrabalho e consumidoras de recursos em realidades de produção em escala.

Preparação da sola (externa): a preparação da sola (Figura 33.C) é feita externa em um atelier de solados. Neste atelier, primeiramente a chapa de borracha crepe e o cunho são colados um sob o outro. Subsequentemente, o cunho é lixado conforma o caimento da forma. Após lixamento, a vira de couro é colada em toda a borda da sola.

Os solados da fábrica P2 são produzidos independentemente do cabedal e da sua montagem. Desta forma, a partir do momento em que a ordem de pedido é recebida e o corte do couro e outros materiais para o cabedal é feito, as placas de borracha são cortadas em balancim com navalhas no tamanho específico do pedido e são entregues ao atelier produtor dos solados. Assim, quando o cabedal for montado sob a forma, as solas já terão sido fabricadas e estarão prontas para serem unidas ao cabedal.

Algumas vezes são necessários ajustes no solado em virtude da espessura dos materiais utilizados no cabedal. Este processo de encaixe da sola no cabedal é extremamente crítico já que no momento de modelagem das navalhas para o corte da sola de borracha, parâmetros de espessura total do cabedal (espessura do couro somada à espessura dos materiais de reforço somada à espessura do forro) devem ser levados em consideração.

Com a sola posicionada sobre o cabedal, riscar os limites de colagem: após a finalização da montagem, é iniciada a preparação do cabedal e da sola para a união das duas. A primeira etapa consiste no posicionamento da sola sob o cabedal. Com uma caneta especial para a marcação de couro, risca-se no cabedal os limites de encontro deste com a sola. Após esta marcação, o cabedal é asperado (Figura 33.D). Esta asperação serve dois propósitos. O primeiro deles é para a retirada do acúmulo de

material restante da montagem na parte inferior. O lixamento torna a parte inferior do calçado plana e sem calombos.

**Figura 33- Etapas de montagem do calçado da fábrica P2**



O segundo propósito do lixamento é para facilitar e otimizar a colagem. Devido ao curtimento do couro, este possui óleos e tinta em uma camada superficial externa (flor do couro). Caso a colagem seja feita diretamente sob a flor do couro, ela apresentará baixa fixação da sola no cabedal. Desta forma, o operário aspera o couro até o limite demarcado pela caneta. A retirada da flor do couro torna o couro mais fibroso e mais absorvente, fazendo com que o adesivo penetre com maior eficiência. Lixamento do acúmulo de material da montagem e retirada da flor do couro para eficácia na colagem.

O lixamento dos limites de colagem do cabedal com a sola é uma atividade extremamente crítica e importante visto que é necessária extrema precisão dos limites de trabalho. O não lixamento do couro abaixo do ponto de união torna a colagem da sola pouco resistente em virtude da oleosidade superficial proveniente do curtimento e o lixamento acima do ponto de união gera defeitos no couro que são aparentes no calçado pronto.

Passagem de primer e posteriormente de cola na sola e no cabedal: após o lixamento do cabedal são passados primer no solado (produto que retira sujeira e torna o material mais poroso) e adesivo no solado e no cabedal.

Reativar sola e cabedal na máquina vento norte: após a secagem dos solventes do adesivo, o solado e o cabedal são reativados em uma estufa chamada de “vento norte”.

Colagem da sola no cabedal, fixando bico e traseira inicialmente: depois da reativação do adesivo, o solado é posicionado sob o cabedal para a colagem. Os dois primeiros pontos de colagem são o bico e a traseira. Por fim, é feita a colagem das laterais.

Para maior controle dos tamanhos de cabedal e a montagem deste na forma de mesmo tamanho, as formas poliméricas possuem um sistema de cores onde cada cor representa um tamanho de forma. Este sistema, por estar presente na parte superior da forma, gera uma referencia visual mesmo após a etapa de montagem, o que auxilia a operação de colagem do solado no tamanho específico do cabedal.

Selagem da colagem da sola na máquina sorveteira . Após a colagem inicial feita à mão, o calçado é então posto na máquina “sorveteira” que fornece altos níveis de pressão em toda a superfície do calçado, otimizando a colagem.

Overnight para a sola cristalizar. Após a colagem e antes da retirada da forma é necessário esperar a cristalização do adesivo. Para isto, o calçado é deixado secando durante a noite.

Desformagem: após a cristalização do adesivo durante a noite, o cabedal esta pronto para a desformagem (Figura 34.A). Com auxílio do torno de montagem, a forma é retirada de dentro do cabedal com ajuda da sua junta interna.

Acabamento: após a retirada da forma (Figura 34.B), o calçado passa para as etapas finais de acabamento. Colar palmilha. No acabamento, a primeira etapa é a colagem da palmilha de conforto. Limpeza. Após a colagem da palmilha, é realizada limpeza geral do calçado, além da queima (Figura 34.C) de possíveis extremidades de linhas de costura aparentes.

**Figura 34 - Etapas colagem da sola e acabamento da fábrica P2**



Botar cadarços: após a limpeza do calçado, são colocadas buchas de papel em seu interior para estruturar o calçado durante o transporte e colocados os atacadores e *tags*. Postos os atacadores, o calçado é então empacotado e enviado para o cliente (Figura 35).

**Figura 35 - Calçado acabado pronto para envio**



Fonte: Autor

#### **4.1.2 Fábrica “P3”**

A fábrica fica localizada na cidade de Dois Irmãos e consta com 500 funcionários. Além da unidade de Dois Irmãos que é focada na produção de *sapatênis*, a empresa possui ainda outras cinco fábricas na Bahia. A capacidade de produção diária de todas as fábricas é de até 25 mil pares. A unidade de Dois Irmãos produz cerca de 3.500 pares por dia, tendo capacidade máxima de 5.000 pares/dia.

O mercado atendido pelos produtos da fábrica P3 é, em sua maior parte, o Brasil. Cerca de 90% da produção da empresa é direcionada para o mercado interno. A empresa estabelece suas estratégias de produto e mercadológica, projetando coleções e estabelecendo faixas de preço em virtude da estrutura de concorrência presente no mercado nacional e para o tipo de público alvo.

Os materiais utilizados pela fábrica P3 são, couro, lona, tecidos e outros aviamentos. Os cabedais dos calçados são, em sua maior parte, produzidos com couro bovino do tipo Nobuck, Camurça ou Napa. O forro dos calçados da fábrica P3 é produzido de tecido atoalhado e os materiais de reforço (couraça e contraforte) são produzidos de placas de suporte não-tecido e resinas termo-reativas.

A fábrica P2 é conhecida pela sua produção de calçados masculinos tipo “sapatênis” (Figura 155), modelos casuais produzidos com formas mais estreitas do que as utilizadas na produção de tênis. Esta tendência provém a partir do ciclo de moda masculina atual, com modelagens mais ajustadas ao corpo.

A fábrica P3 está localizada no município de Dois Irmãos, no Vale dos Sinos. A sua produção diária é de 5000 pares por dia e de 3500 pares por dia em baixa estação. A fábrica P3 conta com 500 funcionários e utiliza o sistema de gerenciamento de produção Kunden desenvolvido para a indústria calçadista. Este software é integrado com o Excel nesta fábrica e é utilizado para o acompanhamento da produção, desenvolvimento de metas de produção e monitoramento de gargalos produtivos.

A fábrica P3 possui layout por produto. Suas instalações são organizadas de acordo com o roteiro de fabricação do produto (Figura 156). A linha de produção é organizada considerando a sequência de processo necessária para produzir o produto ou uma família de produtos. Pode-se dizer que o layout por produto está orientado para um propósito específico. Desta forma, a fábrica P3 tem suas máquinas agrupadas em fluxo linear ou sequencial. As características desse tipo de layout, e consequentemente do tipo de produção da fábrica P3 são:

- a) Fluxo suave e lógico;
- b) Baixos estoques intermediários;
- c) Baixa movimentação e baixo manuseio de materiais;
- d) Tarefas simples;
- e) Pouco treinamento de funcionários.

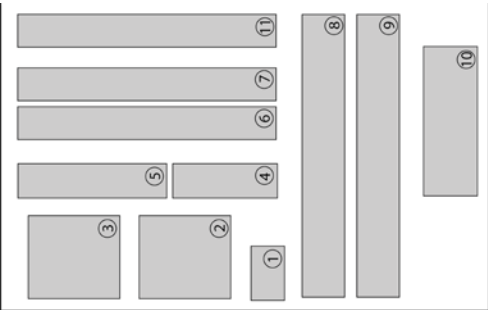
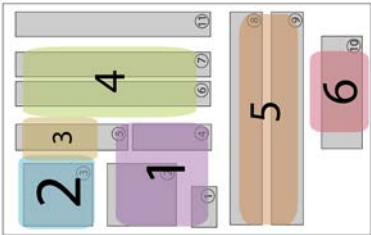
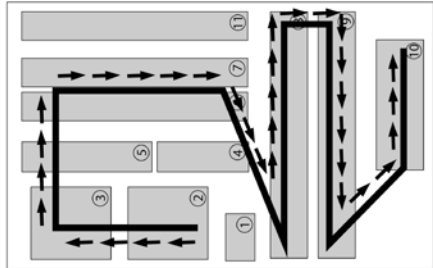
O sistema produtivo da fábrica P3 é composto por seis áreas chave (Tabela 3), conforme representado abaixo.

O fluxo de trabalho na fábrica P3 (Tabela 3) segue o sistema de layout por produto. Desta forma, setores críticos e com diversas operações subsequentes são dispostos a partir de etapas de processamento onde as máquinas são dispostas de acordo com a “rota operacional” do modelo em questão. Assim, os setores de costura e de montagem



obedecem estes princípios operacionais de sequenciamento de processos. Setores generalistas, como o corte e a expedição, que possuem menos diversidade operacional e conseguem lidar de forma organizada com a produção de diversos tipos de modelos ao mesmo tempo, são alocados de forma celular, e não linear.

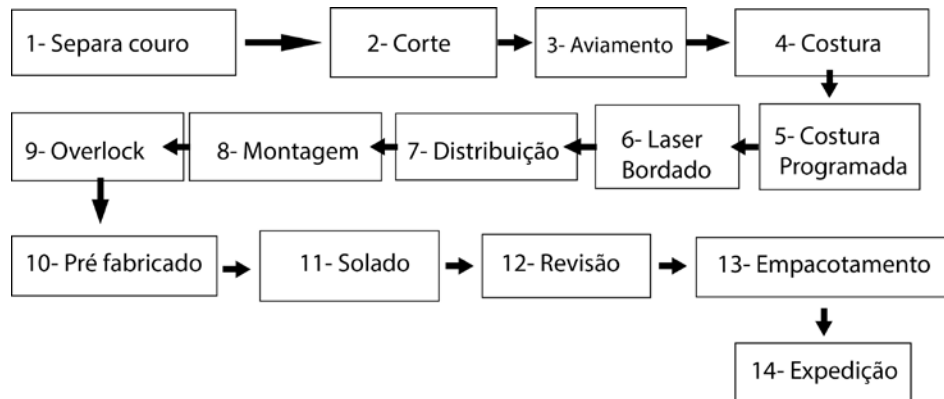
**Tabela 3 – Layout Fábrica P3**

	<p>Layout da fábrica P3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelagem;</li> <li>2. Corte;</li> <li>3. Corte;</li> <li>4. Aviamentos;</li> <li>5. Costura programada;</li> <li>6. Esteiras de costura;</li> <li>7. Esteiras de costura;</li> <li>8. Montagem;</li> <li>9. Montagem;</li> <li>10. Expedição;</li> <li>11. Depósito;</li> </ol>
	<p><b>Setores da Fábrica P3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelagem;</li> <li>2. Corte;</li> <li>3. Costura programada;</li> <li>4. Costura;</li> <li>5. Montagem e acabamento;</li> <li>6. Expedição;</li> </ol>
	<p><b>Fluxo de trabalho da fábrica P3</b></p>

Fonte: Autor

O processo produtivo da fábrica P3 é composto por 14 etapas básicas de produção (Figura 36), a partir da separação da matéria prima, até o empacotamento e expedição. O processo é extremamente complexo e fracionado.

**Figura 36 - Fluxograma geral da fábrica P3**



Fonte: Autor

Este fracionamento possibilita que a alocação das microetapas produtivas em linha e a utilização de esteiras (Figura 37) gerem alta eficiência e produtividade mesmo com o uso de mão de obra pouco qualificada. Assim, cada funcionário realiza apenas um processo simples e repetitivo, sem necessidade de movimentação entre produtos, possibilitando a alta produtividade da fábrica P3.

**Figura 37 - Esteira de montagem da fábrica P3**



Fonte: Autor

#### 4.1.2.1 Processo produtivo da fábrica "P3"

Em virtude da alta complexidade do processo produtivo e do grande número de etapas, decorrentes da fragmentação do processo produtivo, o processo produtivo da fábrica P3 será abordado de forma generalista.

Na fábrica P3, 80% do corte da matéria prima é realizado no balancim e 20% é realizado em máquinas de corte a Laser. O uso das máquinas de corte a laser é direcionado a modelos sem navalha, de maior complexidade ou em desenvolvimento.

O setor de corte é composto basicamente de cerca de 80 balancins para o corte de peças de couro. O setor de corte já recebe da área de materiais as ordens de pedido com os materiais necessários para o corte separados. Desta forma o corte se torna mais eficiente e não é necessária a organização de materiais e sua busca no estoque. No andar abaixo da fábrica fica o estoque de matéria prima, onde operários imprimem as ordens de pedido, separam os materiais e unem todos os materiais necessários para a produção de uma ordem de pedido específico.

Outra prática para o aumento de eficiência e produtividade da planta é a alocação de quantias de modelos e cores específicas alocadas para determinados operários, desta forma, um operário pode passar todo o dia cortando o mesmo tipo de modelo e o mesmo tipo de couro e por isso não precisa buscar material nem trocar os jogos de navalhas durante o seu turno, otimizando assim a sua produtividade. Outras máquinas no setor de corte são prensas e chapas de marcação gabaritos.

Uma prática muito eficiente para a organização e para a otimização da produção da fábrica são as etapas de distribuição no final de cada etapa produtiva. Existem funcionárias que possuem cargos de distribuição. Elas são responsáveis pela comunicação de ordens entre setores e alocação das materiais primas de forma eficiente entre os diferentes áreas da produção.

A organização das ordens de produção e de matérias é feita a partir de caixas de materiais (Figura 38). Cada caixa possui uma ficha de informação da ordem de produto referente ao material no seu interior. Estas ordens de produção em cada caixa são impressas em papel de cor específica referente à semana a qual aquela ordem de produção foi iniciada. Assim, a partir destas diferentes cores alocadas a cada semana do mês, é possível fazer a organização de prazos de produção e ordens de produção mais antigas podem ser facilmente localizadas e receber prioridades na linha de produção.

**Figura 38 - Local de organização da produção e distribuição de componentes da fábrica P3**



Fonte: Autor

Existem também diversos tipos de cargos nas linhas de produção para a manutenção e gerenciamento da eficiência e da produtividade desta linha. Existem operários que recebem a denominação de “curingas”. Os “curingas” são operários especiais que conhecem todas as etapas e processos referentes àquela linha de produção específica. Quando um operário deve se ausentar ou for ao banheiro, por exemplo, este “curinga” irá substituí-lo e cumprir sua função de forma eficiente enquanto este se ausenta.

Outra prática comum de grandes fábricas são linhas contínuas de produção. Fábricas de pequeno porte são separadas em setores e o trabalho não é contínuo. Em fábricas de grande produtividade e com esteiras produtivas, a linha de produção, suas máquinas e operários são alocados e flexíveis dependendo do tipo de produto produzido naquele momento. Nesse intuito, no início da produção de um modelo específico é feito um estudo de otimização de processos, visando estudar a forma mais eficiente de produzi-lo, separando os processos em etapas.

Estas etapas são então respeitadas para a alocação de máquinas e de operários na esteira. Por exemplo, se a primeira etapa de costura de um novo modelo é a costura zig-zag da lingueta, seguido da colagem e preparação da lingueta na gáspea e seguida de costura em costura dupla da lingueta na gáspea, a primeira máquina no início da esteira deverá ser uma máquina de costura zig-zag, seguida de uma estação de preparação de lingueta e então de uma máquina de costura com agulhas duplas.

Cada linha de produção (Figura 39) possui seu nível de eficiência e metas de produtividade semanais, todas estas metas são revisadas e um cálculo de eficiência é feito no final de cada dia.

**Figura 39 - Vista aérea do layout da fábrica P3**



Fonte: Autor

Os balancins ponte são utilizados para o corte de materiais de aviamento (tecidos e aviamentos). Estas máquinas de maior área de trabalho favorecem o corte de aviamentos pois possibilitam o corte de diversas camadas do mesmo material em cada batida.

As máquinas de corte a laser são utilizadas para o corte de modelos em desenvolvimento e de pequenas produções que ainda não possuem navalhas para corte no balancim

Costura programada são máquinas específicas de bordado. Estas máquinas não fazem a união de peças umas nas outras, mas apenas detalhes de costura nas peças (Figuras 40.A e 40.B). Normalmente estes tipos de detalhes dependem de grande precisão. O setor de costura programada fica posicionado antes das esteiras de costura e de preparação.

**Figura 40 - Cabedal pronto antes da costura overlock**



A maior dificuldade da empresa em mão de obra é na parte de preparação e de costura.

Distribuição. A distribuição é feita no final de cada um dos setores. Existem áreas pré-determinadas de estocagem de material pronto e a reunião dos lotes produtivos é feita à pedido do início de cada um das etapas.

A fábrica P3 possui cinco esteiras de costura, cada uma delas trabalhando em um modelo por vez. Em cada esteira, as máquinas e os profissionais são alocados de acordo com a “rota produtiva” do modelo em questão, de maneira que em uma ponta são alimentadas às peças que compõem o cabedal e ao fim da linha de produção o cabedal estará finalizado.

O processo de montagem da fábrica P3, assim como o setor de costura, possui características de fracionamento operacional e complexidade de tarefas. No entanto, o setor de montagem processa, na mesma linha de produção, diversos tipos de modelos, já que muitos destes terão o mesmo solado e são produzidos com a mesma referência de

forma. Assim, nas esteiras da linha de montagem não é necessária uma divisão de uma esteira por modelo, o que otimiza a vazão produtiva e o tempo de setup da fábrica.

Ao final da linha de montagem (Figura 41) automaticamente a esteira é operada por processos de colagem de sola, seguindo para limpeza, acabamento, revisão e empacotamento. Esta prática de integração entre setores compõe uma interessante inovação de processo, visto que sempre que processos são integrados os tempos de atravessamento se tornam praticamente nulos e output produtivo aumente expressivamente.

**Figura 41 – Calçado da fábrica P3 pronto**



Uma das práticas de muita eficiência evidentes na linha de produção foi otimização da produção a partir da segmentação de produtos. Assim, uma grande fábrica com cerca de 500 funcionários se dedica em apenas um tipo chave de calçado, com um tipo de técnica de montagem, apenas uma referência de forma e de solado específico. Isto diminui a necessidade de capacitação de funcionários e fornece possibilidade de que processos semelhantes sejam agregados. Como pode ser percebido a partir do estudo de caso da fábrica P3. A estratégia competitiva da empresa é padronizar os elementos geradores de complexidades produtivas, como tipos de modelos, tipos de construção e tipos de materiais e estabelecer variabilidade produtiva em fatores que, em sua natureza, não sejam geradores de complexidades produtivas. Esta estratégia permite que a empresa produza calçados ao mesmo tempo de forma ágil e eficiente, a partir da padronização de recursos, e possua flexibilidade de oferta, a partir de produção de diversos modelos em diversas opções de cor.



## 5 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO

Tendo em vista os três distintos formatos produtivos (Tabela 5) adotados (P1, P2 e P3), torna-se necessária uma análise das similaridades e peculiaridade entre os processos com o objetivo de determinar quais delas apresentam possíveis ganhos operacionais e quais poderiam ser ajustadas em busca de maior eficiência, produtividade e qualidade produtiva.

**Tabela 5 - Detalhes produtivos e de materiais das fábricas P1, P2 e P3**

	Fábrica P1	Fábrica P2	Fábrica P3
Produto			
Montagem	Manual (Wet-Lasting)	Semi-Automatizada	Blaqueada
Material Cabedal	Couro Full Grain	Couro Napa	Couro Nobuck
Material Solado	SBR	Borracha Crepe	TR
Material Forro	Sem Forro	Couro Suíno	Tecido

Fonte: Autor

Cada uma das três empresas analisadas utiliza, em seus produtos, solados compostos de diferentes materiais e produzidos por diferentes processos (Tabela 6). Em seguida, iremos analisar cada um deles.

**Solado Empresa “P1”:** Produzido a partir da base da forma, tendo como fundação a peça de couro conhecida como “palmilha de montagem”, que abraça o cabedal superior na forma, o solado na empresa “P1” é construído de dois materiais: Borracha e Couro. Neste tipo de construção de Botas o solado possui salto composto de diversas camadas de couro, que são coladas uma a uma durante a construção da sola. Esta construção é realizada sobre a bota semi-pronta e é uma das fases da produção mais intensivas em trabalho. Primeiramente o artesão deve nivelar a sola e o salto a partir de diversas etapas de ajustamento em cada uma das camadas do salto. Esta peculiaridade na fabricação de botas é essencial tendo em vista dois fatores: (i) o tempo de vida útil do produto (a qualidade de construção e materiais, à medida que permite que a bota seja usada por

diversos anos, sendo necessária apenas à troca do solado, torna essencial uma construção estrutural robusta e livre de erros) e (ii) A característica estrutural do solado (em virtude do tipo de produto, bota para trabalhos pesados, é necessária uma construção rígida da sola).

Esta rigidez de solado, essencial em produtos com salto e para usos intensos, torna fundamental o nivelamento rígido do produto, já que esta peculiaridade impõe que qualquer defeito presente na construção seja transmitido para o usuário, apresentando assim, possíveis problemas posturais e desconforto no uso.

Em contraste, os calçados casuais, os mais utilizados atualmente, possuem solados macios e flexíveis, que se deformam de acordo com o terreno. Esta característica, embora não exclua a necessidade de atenção a critérios estruturais na construção do produto, torna possíveis defeitos e desalinhamentos menos aparentes no uso e menos prejudiciais ao usuário em longo prazo.

Diferentemente das práticas atuais, onde o solado pré-pronto é apenas colado ou vulcanizado ao cabedal após a montagem, no processo produtivo da empresa “P1” este é construído sob o cabedal montado. Esta prática, embora seja intensiva em trabalho e necessite de grande conhecimento prático e experiência por parte do artesão, possui suas vantagens.

A construção do solado diretamente sobre o cabedal faz com que seja desnecessária, primeiramente, a fabricação de matrizes de solado. Esta gera altos custos em virtude da necessidade da produção de um jogo de matrizes e se apresenta viável apenas quando os volumes produtivos são altos, possibilitando que o custo da matrizaria seja diluído sobre o volume de solados produzidos. Desta forma, embora seja necessário maior trabalho por parte do artesão na etapa de construção e modelagem do solado, existem ganhos em estoque de material (artesão só utiliza o material necessário para a produção da semana) e flexibilidade de formatos:

A ação de construção do solado sob o cabedal torna possível a utilização da mesma lógica estrutural de solado em uma variedade de tipos de formas e perfis de palmilha, pois o formato final do perfil do solado será criado no momento que se modela a forma na lixadeira.



**Tabela 6 - Detalhes produtivos dos solados das fábricas P1, P2 e P3**

	Fábrica P1	Fábrica P2	Fábrica P3
Produto			
Material solado	Base couro SBR	Borracha crepe	TR
Fabricação solado	Fabricado sobre o cabedal	Pré-fabricado	Vulcanizado em matriz

Fonte: Autor

Esta flexibilidade de formas não é possível em modelos produtivos onde solas injetadas são utilizadas, pois estas solas (e subsequentemente suas matrizes) são projetadas a partir de uma forma específica, e respeitam suas características de altura de salto, perfil lateral e proporções dimensionais.

Solado Empresa “P2”. O modelo produtivo semi-artesanal, enquanto explora elementos produtivos da produção artesanal, buscando qualidade e flexibilidade em certos elementos, incorpora também certas práticas de indústrias de maior capacidade produtiva. Neste modelo produtivo, o solado, diferentemente daquele gerado na fábrica “P1”, não é construído diretamente sob o cabedal, e sim pré-fabricado e posteriormente colado sob o cabedal montado. Este solado pré-fabricado, embora não seja tão intensivo em trabalho como o do modelo produtivo “P1”, necessita que o solado seja produzido a partir de camadas de diferentes materiais. Operações de corte, colagem, lixamento e acabamento de chapas e peças são necessários para a produção do solado no modelo produtivo “P2”.

Cabe ressaltar que esta fabricação do solado é feita completamente à parte do resto do calçado, sendo o solado pronto apenas unido ao cabedal montado. Este modelo produtivo, embora menos intensivo em trabalho que o modelo produtivo “P1” possui maiores gastos de tempo e trabalho que o modelo de solado injetado do processo produtivo “P3” como veremos a seguir.

A vantagem da pré-fabricação de solados do modelo produtivo “P2”, quando comparado ao modelo de construção de solado sob o cabedal do modelo “P1” é a maior

praticidade e velocidade produtiva, visto que esta separação da produção do calçado em duas “metades” torna cada etapa independente da outra, possibilitando que a produção seja feita de forma não linear e sim paralelamente. A construção de solados pré-fabricados do modelo produtivo “P2”, a partir de chapas cortadas e conformadas, embora torne necessária a construção do solado, não necessita de matrizes individuais para cada número de forma. Desta forma, sendo a matéria prima placas de elastômero, o investimento inicial em material é menor e a flexibilidade da alocação deste material é maior.

No modelo produtivo “P3”, os solados são produzidos por vulcanização de borracha em matrizes com a numeração e design específico e limites dimensionais da forma para a qual o solado foi projetado. Este processo implica em alto investimento inicial em matrizaria (sendo necessária uma matriz por número) e altos estoques de solados, pois pela demora de tempo de pré-aquecimento das matrizes os custos dos solados dependem da produção de cada matriz.

Por outro lado, o processo produtivo “P3”, com o uso de solados vulcanizados, é o mais eficiente em tempo e o menos intensivo em trabalho. A produção do solado em uma matriz específica para certa forma e determinado tamanho torna o processamento pós-vulcanização praticamente inexistente e o número de etapas produtivas do solado muito menor, pois, após preparada a mistura da borracha e esquentada a matriz do solado, a produtividade destes é muito mais alta e barata do que os métodos considerados anteriormente.

A seleção do material utilizado no cabedal depende de uma série de fatores inter-relacionados (Tabela 7). O material utilizado se relaciona, primeiramente com o tipo de calçado sendo produzido e seu fim. Desta forma, calçados esportivos de *performance* necessitam de alta permeabilidade e baixo peso, enquanto calçados de segurança devem ser robustos e resistentes a diversos tipos de fatores. Por outro lado, o tipo de material utilizado também possui uma forte relação simbólica com a qualidade e mercado consumidor para o qual o calçado será oferecido.

**Tabela 7 - Detalhes estéticos e de branding das fábricas P1, P2 e P3**

	Fábrica P1	Fábrica P2	Fábrica P3
--	------------	------------	------------

Produto			
Estilo	Clássico	Semi-casual	Casual
Cor	Tons terrosos	Preto	Vinho/ Burgundy
Branding	Carimbo	Etiqueta Couro	Etiqueta/Transer/Rebite
Detalhes	Não possui	Mínimos	Muitos

Fonte: Autor

Assim, fatores, como mercadológicos, filtram e pré-selecionam a gama de materiais possíveis de serem utilizados como matéria prima do calçado. Finalmente, o tipo de material e suas propriedades mecânicas e físicas impõem uma série de limites e diretrizes de processamento, que devem ser avaliadas e selecionadas em virtude das possibilidades processuais da unidade de fabricação.

Embora os calçados produzidos na fábrica “P1” sejam mais caros dos que aqueles produzidos nas outras duas fábricas analisadas, eles apresentam menos peças, detalhes e enfeites do que os outros (Tabela 8). A sua modelagem é simples, clássica e rústica. É possível notar que o valor do produto advém dos seguintes fatores: (i) qualidade de material: visto que os modelos são produzidos quase que em sua totalidade em couro, desde os atacadores (cadarços) até o salto. (ii) processo produtivo: em virtude da intensidade de operações manuais e o cuidado estrutural por fatores algumas vezes não levados em conta nos outros processos, como nivelamento do solado e robustez da construção.

É possível concluir, desta forma, que o foco do modelo produtivo reside em (i) material e em (ii) processo produtivo.

Os tipos de modelo produzidos na fábrica “P2”, embora apresentem modelagem simples, fundamentada em modelos clássicos, são esteticamente mais casuais do que as botas produzidas na fábrica “P1”. É possível notar, assim, a busca de um equilíbrio estético-construtivo no design de produto da fábrica “P2”, em um esforço de obter em seus produtos tanto a qualidade de materiais e modelagem de modelos clássicos, sem muitos detalhes e/ou peças, quanto à informalidade e busca por conforto de modelos

casuais atuais, evidenciada pelo tipo de solado (elastômero), a altura do cano (médio) e a busca de conforto evidenciada pela presença de espuma entre o forro e o cabedal.

Os tipos de produtos produzidos na Fábrica “P3”, embora sejam os de menor valor de mercado e sejam produzidos em quantidades expressivamente maiores que aqueles dos outros dois métodos produtivos, apresentam certas características que evidenciam complexidade operacional. É possível notar, que, entre os três modelos analisados, o modelo da fábrica “P3” é o que possui o maior número de detalhes, enfeites, peças e costuras. Esta pluralidade de peças, materiais e acabamentos impõe diversos desafios produtivos à fábrica, que, em virtude do baixo valor de mercado de seus produtos, deve obter uma alta eficiência produtiva, em busca de alcançar menores tempos de produção e consequentemente menores custos de mão de obra. Por outro lado, embora a estética e a modelagem do produto do processo produtivo “P3” apresente a maior complexidade construtiva perceptível, esta percepção não se mantém válida sob análise da metodologia de produção.

**Tabela 8 - Detalhes de design de produto das fábricas P1, P2 e P3**

	Fábrica P1	Fábrica P2	Fábrica P3
Produto			
Modelo base	Packer Boot	Duck Boot	Tennis Shoe
Estilo	Bota de trabalho	Bota semi-casual	Tênis casual
Cano	12 inches	Médio	Baixo
Salto	Sim	Não	Não
Mercado	EUA	Europa	Brasil

Fonte: Autor

É possível concluir, desta forma, que o projeto dos calçados da fábrica “P3” foi desenvolvido sob uma ótica mercadológica, buscando, pela complexidade visual e construtiva dos modelos, evidenciar valor intrínseco de produto.

Sob o nível empresarial e estratégico, é possível fazer um paralelo entre os tipos de produção e estética de produto com os mercados atendidos e suas características.

Qualidade. Enquanto o foco do modelo produtivo artesanal (fábrica “P1”) incorpora o valor e a qualidade de seu produto em aspectos intrínsecos de produto, como material e construção, o modelo produtivo industrial (fábrica “P3”) utiliza o design de produto como ferramenta de expressão de qualidade. Características referentes à intensidade de trabalho, como detalhes construtivos, número de peças, tipos de costura, rebites e etiquetas são explorados no modelo produtivo “P3” como artifício simbólico de qualidade, buscando explorar a conexão básica psicológica do cliente entre intensidade de detalhes com qualidade de produto. Um produto com muitos detalhes, costuras e peças torna visivelmente evidente a sua complexidade construtiva. O cliente em primeira análise, por sua vez, interpreta esta complexidade aparente como característica de um produto intensivo em mão de obra e conseqüentemente, de um produto de qualidade. É desta conexão humana básica de complexidade com qualidade que provém à expressão “Um produto trabalhado”.

No entanto, este tipo de raciocínio é fundamentado em uma lógica de produção pré-industrial. Com a revolução industrial, novas tecnologias tornaram possível a reprodução e repetitividade produtiva gerando uma separação entre estética e qualidade. Assim, novos materiais e processos produtivos alteraram as formas de conceber os produtos, tornando inválidos os métodos anteriores de análise qualitativa de produto.

Acompanhando estas mudanças a forma de análise de qualidade, que anteriormente eram fundamentadas nas características extrínsecas do produto, tiveram que ser alteradas para análises de qualidade intrínseca, levando em conta fatores produtivos, estruturais, de processo e de matéria-prima. Em busca de novas estratégias analíticas de qualidade de produto, tornou-se necessário que os clientes compreendessem a fundo novos processos produtivos e as características fundamentais de uma gama muito mais ampla de materiais.

Sob esta perspectiva, é possível compreender que, com o advento das novas técnicas de produção e reprodução, a produção artesanal, que antes explorava o uso de detalhes e a complexidade aparente como estratégia competitiva, teve que atualizar seus artifícios produtivos e de design buscando novas técnicas de evidenciar a maior qualidade de seus produtos. Esta mudança, como vemos, foi fundamentada justamente nas áreas de valor excluídas pela produção em massa. Em busca de competitividade para atender uma demanda crescente, a lógica industrial de altos volumes produtivos e produtos descartáveis geram produtos baratos, porém de baixa qualidade. A produção artesanal, neste novo cenário, busca estabelecer sua estratégia de valor em produtos de alto valor

agregado, com materiais e técnicas produtivas que multiplicam a vida útil de seus produtos.

Este foco em qualidade intrínseca, no entanto, não é tão evidente como os aspectos visuais anteriormente representativos de intensidade de mão de obra, o que acaba, como estratégia mercadológica, fazendo com que o público alvo da produção artesanal seja aqueles que saibam perceber e valorizar produtos com qualidade intrínseca. O consumidor do produto artesanal, normalmente, possui uma maior capacidade de análise da qualidade do que está sendo adquirido e seus aspectos intrínsecos. É necessário esforço de comunicação por parte do artesão para informar o cliente, expondo o que está sendo oferecido e onde está o valor do produto, que muitas vezes reside no esforço de pesquisa e desenvolvimento. Assim, é indispensável a criação de uma estratégia de apresentação ao cliente das etapas não visíveis, de desenvolvimento, concepção e produção diferenciada do produto.

O processo de montagem dos calçados de cada uma das fábricas analisadas se comunica tanto com o tipo de produto e mercado atendido quanto com o posicionamento produtivo da empresa (Tabela 9), como será visto a seguir.

Processo produtivo observado na fábrica “P1”. É o mais intensivo em mão de obra e mais demorado entre os três métodos observados. Possui o menor nível de maquinização e demanda o maior nível técnico por parte do operador. Neste processo, direcionado a calçados de couro espesso, o cabedal permanece submerso em água para que as fibras se tornem mais flexíveis e o couro tenha maior trabalhabilidade. Depois de encharcado, o cabedal é então montado sob a forma com o uso de ferramentas manuais (alicate de montagem) em um torno de montagem.

A montagem pelo método *wet-lasting*, embora requeira um alto nível técnico do artesão, é a mais indicada para o tipo de material utilizado nas botas produzidas na fábrica “P1” em virtude do tipo de couro e suas propriedades. Este processo, por outro lado, é o que utiliza a maior quantidade de couro, visto que a característica de ajuste do modelo sob a forma faz com que as peças do cabedal tenham que possuir grandes folgas de material. Estas folgas, abas ou orelhas, tornam as dimensões das peças do cabedal cerca de 30% maiores e serão montadas e esticadas para a parte inferior deste. Como o couro é um material de alto valor agregado, este aumento de material necessário ao este tipo de construção, impõe custos mais elevados de matéria prima.

Os custos de matéria prima em calçados de couro representam cerca de 40% do custo total de produção, sendo o aproveitamento das peles e o encaixe das peças o foco de grande parte do esforço de minimização de perdas e otimização de recursos.

A montagem por overloque, processo de montagem utilizado na fábrica “P3”, é o processo de menor custo operacional e menor tempo dentre os três métodos analisados. Neste método, uma palmilha flexível é costurada em uma máquina de overloque ao redor de toda a parte inferior do calçado. Esta costura enlva o cabedal, preparando este para a seguinte etapa de montagem.

A montagem de calçados com overloque, em virtude da flexibilidade da palmilha e sua união otimizada com o cabedal, é muito rápida, sendo necessária apenas à conformação do contraforte e subsequente calçamento do cabedal na forma, tornando este processo altamente eficiente e repetível. A montagem por overloque, no entanto, possui certos limites que devem ser respeitados em virtude das suas características construtivas.

É necessário, primeiramente que o material do cabedal seja flexível e maleável, já que a união e força de conformação do cabedal na forma serão exercidas pelos pontos de costura que unem o cabedal com a palmilha flexível. Materiais muito espessos e pouco flexíveis (couros com espessuras maiores que 12 linhas, por exemplo) necessitam de processamento pré-montagem para a sua conformação otimizada ao redor da forma.

Este pré-processamento, podendo ser feito com água, como o visto no processo produtivo “P1”, ou com calor, como o que vemos no processo produtivo “P2”, altera as características do material, fazendo com que este se conforme e adquira os contornos da forma, sendo mais eficiente que o processo produtivo “P3” de montagem por overloque, realizada a frio.

**Tabela 9 - Detalhes produtivos das fábricas P1, P2 e P3**

	Fábrica P1	Fábrica P2	Fábrica P3
Produto			
Produção	Artesanal	Semi-artesanal	Automatizada
Volume produtivo	1 par / dia	15 pares / dia	4.000 pares / dia

diário			
Funcionários	1	6	500
Produção pares/funcionário	1 pare/func./dia	2,5 pares/func./dia	8 pares/func./dia
Valor de mercado médio calçado	2.500,00 r\$	500,00 r\$	130,00 r\$

Fonte: Autor

Outra peculiaridade da montagem por overlock é que este possui a menor necessidade de processos de ajuste de montagem. Enquanto os processos de montagem *Wet-lasting* e de montagem por máquina de apontar bico requerem que após a montagem o excesso de material na parte inferior da palmilha seja lixado para a planificação da parte interior do calçado, a montagem por overlock (também conhecida como montagem por “ensacado”) não possui sobras de materiais e necessidade de pós-processamento, otimizando assim a produção.

No entanto, esta otimização de processo e ajuste perfeito faz com que a etapa de desenvolvimento da modelagem seja mais complexa e necessite de diversos acertos. Estes ajustes são realizados em busca de que, quando ensacado sobre a forma, o cabedal envolva perfeitamente a forma, não gerando nenhum tipo de rugosidade, acúmulo de material ou tensões indesejadas.

Outra característica do modelo de montagem por overlock é que a modelagem das peças e da palmilha de overlock é desenvolvida para apenas um tipo específico de material de cabedal. Isto ocorre em decorrência das peculiaridades de espessura, maleabilidade e elasticidade dos materiais. Assim, o resultado otimizado da modelagem é uma função dependente do tipo de material para o qual ela foi desenvolvida e novos tipos de materiais incorrem em necessidade de ajustes de modelagem.

O modelo de montagem da fábrica “P2” é realizado em duas etapas. A primeira delas, realizada em uma máquina de montagem de bico, ou máquina de apontar bico, é direcionada para que a gáspea, peça do bico do calçado, se estique e seja conformada a partir do formato do bico da forma.



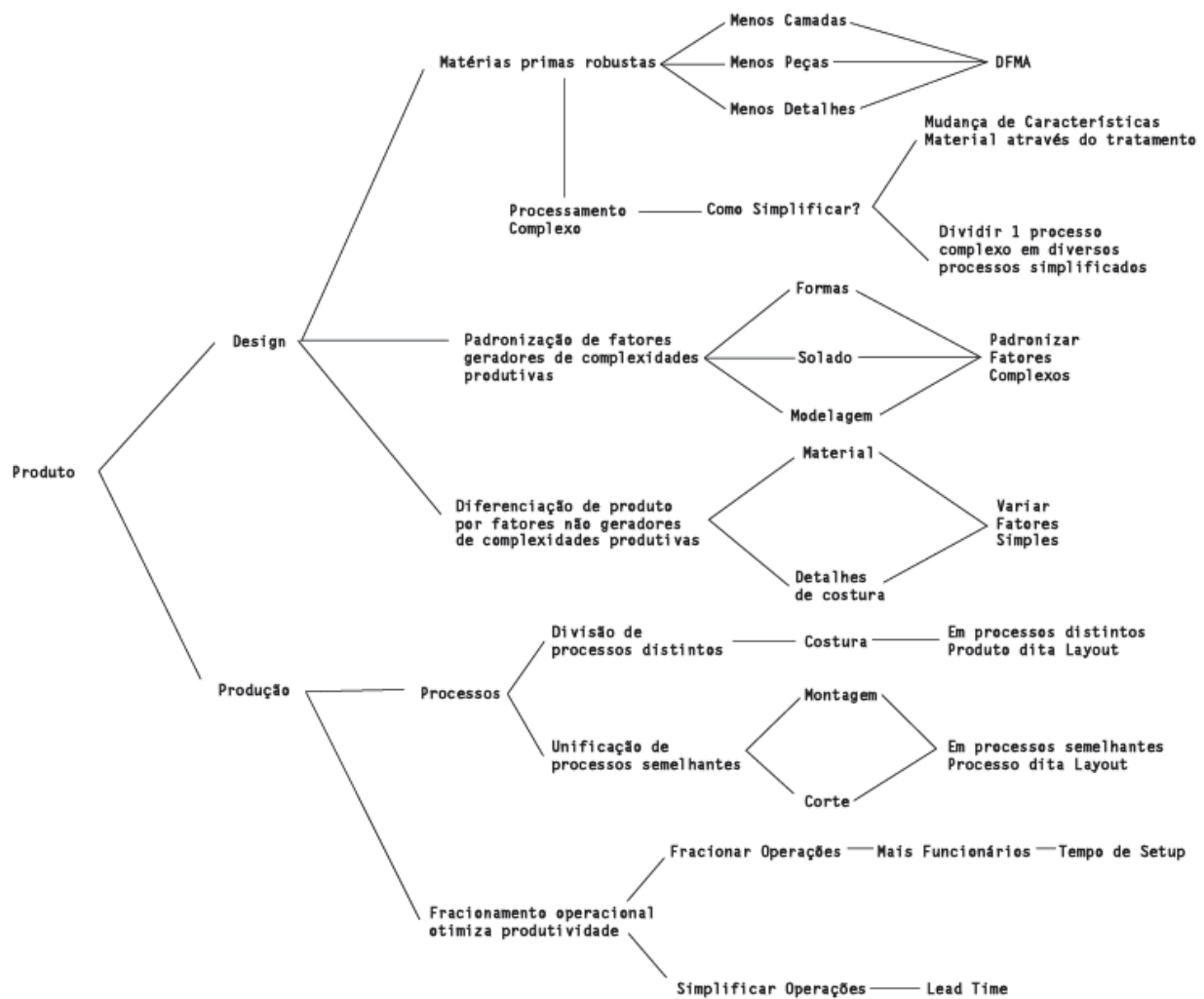
A segunda etapa é realizada manualmente em um torno de montagem e com o uso de um alicate de montagem. Esta montagem secundária é feita na parte traseira e lateral do cabedal, buscando o fechamento restante deste sobre a palmilha de montagem.

A automação da montagem do bico provém das características de contorno e de processo que fazem a montagem do bico do calçado a parte mais nevrálgica do processo, onde defeitos produtivos ficam evidentes no produto final e ajustes e reprocessamentos são complexos e muitas vezes ineficientes.

### **CONCLUSÃO ETAPA DE TCC 1**

Através de uma análise da natureza crítica da realidade da indústria calçadista nacional ficou evidente a necessidade de formulação de novas estratégias de produtos e processos que, sendo integrandos ao longo da cadeia de valor, possam estabelecer o país novamente como um player significativo na cadeia global. Estas novas estratégias devem ser desenvolvidas através de abordagens multifocais como, por exemplo, de criação de marca e de qualidade de produto. No entanto, é possível perceber estas distintas estratégias da indústria, (de mercado e de produção) como partes inter-relacionadas do mesmo organismo operacional, onde as oportunidades de uma fornece suporte competitivo para a outra. Assim, nos presentes estudos de caso e na análise micro e macroscópica dos processos produtivos e estratégias mercadológicas, foi possível coletar uma serie de diretrizes (Figura 41) e parâmetros geradores de eficiência produtiva e otimização de processos que, na próxima etapa, irão estruturar o processo de desenvolvimento de produto. Desta forma, será desenvolvida uma bota de trabalho para o público masculino através de um projeto integrado, otimizado tanto para o processo de produção quanto para o mercado consumidor.

**Figura 42 – Diretrizes resultantes da etapa de pesquisa**



Fonte: Autor

Assim sendo, as diretrizes apresentadas na figura acima, serão utilizadas na etapa do TCC 2.

## 6 DESENVOLVIMENTO DO DESIGN DO PRODUTO

Partindo dos requisitos de projeto gerados na primeira etapa em união com as diretrizes DFMA o desenvolvimento do projeto em primeiro momento se focou em compreender o calçado como produto funcional. Em busca da redução de processos e diminuição de partes inicialmente foi buscado o motivo pelo qual estas existem em primeiro momento em grande parte dos calçados no mercado. Tendo em vista as diferentes e múltiplas características do pé humano como equilíbrio, sustentação, movimentação e flexibilidade chegou-se à conclusão que diferentes partes do pé (e consequentemente do calçado, visto que este envolve o último) desenvolvem diferentes destas características (figura 45), como serão explicadas a seguir.

**Figura 45 – Análise das partes do calçado e suas propriedades**



Fonte: Autor

O calcanhar é a parte mais rígida do pé, em razão da sua função de sustentação se base para todo o peso do corpo e equilíbrio. E razão destas funções, é compreensível que a traseira dos calçados sejam as partes mais rígidas, abraçando o calcanhar e dando mais firmeza ao calce e ao uso. É por este motivo que, além dos materiais que compõem o cabedal (couros, tecidos ou sintéticos) o calcanhar possua o contraforte, peça rígida em forma de “C” que abraça o calcanhar e o tendão. Calçados sem este suporte traseiro, embora possam parecer mais confortáveis em primeira instância não estabilizam o pé, gerando desconforto durante o uso e possíveis torções durante o uso prolongado. Por outro lado, uma traseira rígida demais pode vir a gerar bolhas e machucados no calcanhar.

As laterais são locais de rigidez intermediária do pé, pois embora não possuem tanta flexibilidade como os dedos durante o caminhar estão relacionadas ao conforto durante o uso. Assim, as peças laterais do calçado, unidas pelos cadarços, abraçam o peito do pé, dando assim, junto com a traseira, a estabilidade e conformagem do calçado no pé. Podemos facilmente compreender como tanto laterais demasiadamente rígidas ou

flexíveis prejudicariam o usuário a longo prazo, seja por causar desconforto no uso ou falta de estabilidade.

A parte frontal do pé humano é a parte que mais flexível, realizando movimentos de torção durante o caminhar. Por este motivo a parte da gáspea do calçado deve ser a mais flexível, gerando assim conforto durante o caminhar.

Tendo em vista estas diferentes propriedades das distintas partes do pé humano é possível compreender o motivo pelo qual calçados são produzidos de distintas peças, diferentes camadas e distintos materiais. Por exemplo: Na traseira, em virtude de sua rigidez necessária, são utilizados materiais mais grossos e mais camadas (cabedal, contraforte, espuma, forro). Nas laterais, em virtude do suporte ao peito do pé, são utilizadas menos camadas e sendo estas mais flexíveis que as da traseira (cabedal, entretela, forro). Na gáspea, em virtude da flexibilidade desejada, são utilizados materiais mais flexíveis que os da lateral e traseira e menos camadas (cabedal e forro ou apenas cabedal).

Partimos para o desenvolvimento então com o seguinte desafio: Como diminuir peças, camadas e conseqüentemente processos da produção do calçado ao mesmo tempo que proporcionamos estas distintas propriedades e características às diferentes partes do pé? Para tentar resolver este desafio partimos de uma solução perfeita: O calçado de uma única peça. Um calçado feito de uma única peça seria ao mesmo tempo mais fácil de produzir, quando mais barato e rápido (visto que menos peças incorre em menos processos, e estes em menos tempo de produção. Seus pontos negativos seriam a sua uniformidade de propriedade em toda a superfície do pé, não possuindo este as distintas propriedades discutidas acima.

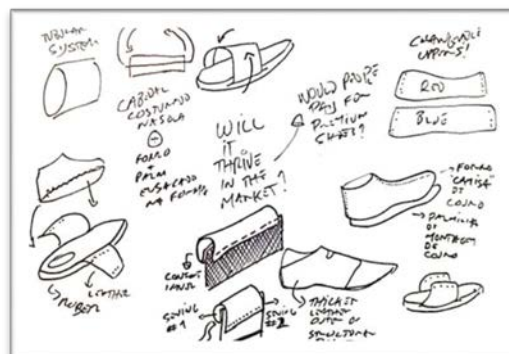
**Figura 43 – Brainstorming inicial de alternativas**



Fonte: Autor

Outro ponto negativo provém de aspectos de modelagem: Como calçados são produzidos a partir de materiais planos (couros, tecidos ou sintéticos) a partir da modelarem em diferentes peças é possível transformar estes materiais planos em produtos em 3 dimensões com o formato do pé humano. É a própria forma orgânica do pé humano e suas acentuadas curvaturas que tornam a planificação de sua superfície (pensando aqui na modelagem de um calçado de uma única peça) uma tarefa complexa. Desta forma, o desenvolvimento de um modelo de calçado composto de uma única peça não possui a mesma liberdade de composição estética como um calçado de diversas peças, já que superfícies curvas possuem limites de planificação. Desta forma, o desenvolvimento de um calçado de peça única deve respeitar estes limites de curvatura e planificação provenientes do formato original do pé humano.

**Figura 44 – Brainstorming inicial de princípios do DFMA aplicados ao calçado**



Fonte: Autor

Por outro lado, o design de calçados se fundamenta em pontos fundamentais de modelagem, presentes em todas as formas. Estes pontos delimitam limites básicos para o conforto e uso. Por exemplo: existe uma altura mínima de traseiro do calçado, sendo esta a altura mínima onde o calcanhar ficará “seguro” pelo calçado. Calçados com alturas de traseira mais baixas que esta tornam o calcanhar solto durante o caminhar, causando bastante desconforto. Outro ponto essencial de modelagem é o ponto mínimo de calce. Este ponto, presente nos dois lados do peito do pé, determina os locais mínimos onde as laterais devem “abrir” para permitir a entrada do pé durante o calce. Caso estes pontos não sejam respeitados, sendo levados mais para cima do peito do pé, o calçado terá uma boca de calce muito fechada, o que dificulta ou até impossibilita o calce.

Desta forma, é possível encontrar inicialmente estes dois desafios para o desenvolvimento de um calçado de uma única peça: o seu design deve ao mesmo tempo respeitar os limites de planificação da forma e os pontos fundamentais de modelagem discutidos acima. Ao mesmo tempo, devemos também considerar o problema mais fundamental do calçado de peça única, suas propriedades uniformes. Chegamos assim ao ponto de inflexão desta discussão. Como podemos, com uma única peça, composta do mesmo material, obter as propriedades e características distintas necessárias às diferentes partes do pé?

Claramente a única resposta possível a este problema seria desenvolver formas de alterar pontualmente as propriedades deste material de acordo com os requisitos de produto. Passamos assim à segunda parte do desenvolvimento, focada no desenvolvimento de alternativas de flexibilizar propriedades do material.

Baseando o couro como o material selecionado no projeto por motivos discutidos na primeira etapa, fica claro que na busca de propriedades que partem de um extremo de rigidez a outro de flexibilidade para o desenvolvimento de um calçado de peça única será necessário trabalhar com uma matéria prima de propriedade mediana (couro-semirígido) e buscar então processos para levar este material para os dois extremos (tornando-o mais rígido e mais flexível).

Na busca de tornar o couro mais rígido duas alternativas foram testadas. A primeira delas é o enrijecimento das fibras a partir do uso de calor (mergulhando o couro em água quente). Esta técnica foi amplamente utilizada na idade média na produção de escudos e selas. No entanto, embora eficiente, o uso de calor para a alteração das propriedades do couro geraria mais um processo, o que não seria eficiente de acordo com as diretrizes

DFMA. A segunda técnica seria a de tornar o couro mais espesso. Tendo em vista os requisitos de peça única isso apenas pode ser realizado através da sobreposição de camadas: em um calçado de uma única peça certos locais pode existir uma sobreposição desta peça única, causando assim uma dupla camada, mais rígida e firme que o restante. Esta linha de raciocínio pode ser visualizada de forma mais clara pensando no calçado como um origami, onde a partir de uma matéria prima plana são realizadas uma série de dobraduras que geram um objeto tridimensional, com espessuras e formatos variáveis. Considerando a busca de tornar a matéria prima mais flexível as alternativas geradas são a de tornar este material mais fino, o que incorre em processos de chanfro ou a partir de perfurações e retirada de material, o que viria a tornar esta área mais leve e flexível.

Fundamentalmente, a geração de diferentes propriedades de um mesmo material provém de algum tipo de processamento deste material. Assim, para a geração de diferentes propriedades nos distintos locais desta peça única da qual o calçado será produzido serão necessários diferentes tipos de processamentos na busca de cada propriedade específica. Aqui chegamos em mais uma intercessão do projeto, visto que na realização destes distintos processamentos o princípio fundamental de diminuição de processos do DFMA estaria sendo violado. A grande questão se torna então: Como gerar estas diferentes “áreas de propriedades” em nossa matéria prima básica sem multiplicar o número de processos? A solução ideal para esta questão seria a busca por um processo único, gerador destas diferentes propriedades desejadas.

Sob esta perspectiva chegamos ao corte a laser, visto que ele poderia ao mesmo tempo realizar tanto o corte do material, quanto a demarcação de linhas guia de construção (onde as laterais de sobrepõem) como as linhas guias de costura, quando a perfurações permitiriam a maior flexibilidade na frente do calçado, como o branding da marca.

Com estes princípios de alternativas e diretrizes para o desenvolvimento do produto, seguimos então para a sua materialização. Que foi estabelecida a partir das seguintes etapas: (i) Modelagem e planificação da forma; (ii) Sketching; (iii) Brainstorming de áreas de influência e alternativas de solução (iv) Prototipagem de técnica de fechamento; (v) Prototipagem final.

A etapa de modelagem e planificação da forma foi feita a partir do método tradicional de modelagem. Nele, inicialmente se cobre a parte inferior (Figura 45.A) e superior da forma com fita crepe. Em seguida, é feito o desenho das linhas do modelo sobre a forma (Figura 45.B). A fita crepe é retirada da forma e planificada, e esta

planificação é utilizada como gabarito de corte do modelo em couro (Figura 45.C), que é então ajustado na forma em busca de áreas de possíveis ajustes no modelo, em busca de uma modelagem otimizada, que cubra a forma de forma completa e sem rugas (Figura 45.D).

**Figura 45 – Etapas da modelagem**



Fonte: Autor

Após desenvolvida a modelagem otimizada da planificação da forma, a parte seguinte do desenvolvimento se fundamentou na busca de estruturar a modelagem com base nas necessidades funcionais de cada uma das áreas do calçado. Levando isto em consideração, foram adicionadas ao modelo planificado estruturas de suporte, que, baseadas no conceito de origami mencionado anteriormente, fossem dobradas na etapa de construção do calçado e ativamente estruturassem este. O desenvolver destas estruturas de suporte e seus testes de eficácia construtiva foram desenvolvidos a partir de protótipos de papel, que possibilitaram a visualização da área total de matéria prima que o calçado iria demandar (Figura 46.A) assim como os tipos de dobraduras necessárias na construção do calçado (Figura 46.B), bem como a aparência final do modelo após pronto (Figura 46.C). Após a construção de cada protótipo de papel a sua construção gerou



insights sobre pontos de melhoria que por sua vez levavam à realização de alterações no modelo planejado. Desta forma, a partir da produção de protótipos de papel (Figura 46.D), de produção rápida e barata, foi possível o desenvolvimento do modelo final, que além de seguir as diretrizes de possuir apenas uma peça no cabedal, foi desenvolvido buscando a minimização do uso de matéria prima, a facilidade construtiva e as necessidades funcionais do calçado.

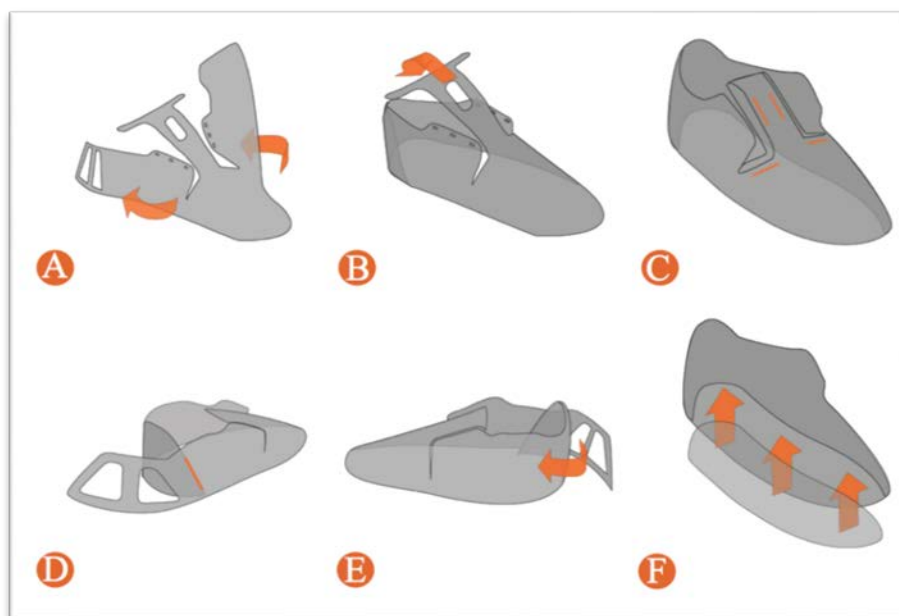
**Figura 46 – Protótipos em papel do modelo “A”**



Fonte: Autor

Após desenvolvido a planificação do modelo, se tornou necessário o desenvolvimento de um manual de construção do mesmo, com o objetivo não apenas de tornar mais clara as etapas que transformariam a peça de couro em um calçado como estruturar quais são e em que ordem devem ser feitas estas etapas. A primeira etapa consiste na dobra e colagem da aba superior da lingueta sobre ela mesma (Figuras 47.A; 47.B; 47.C). Em seguida as laterais são unidas, se sobrepondo e compondo a traseira (Figuras 47.D; 47.E). A terceira e última etapa é a costura da palmilha ao cabedal fechado (Figura 47.F)

**Figura 47 – Sistema de fechamento do modelo “A”**



Fonte: Autor

Em busca da simplificação de montagem e em busca da eliminação a cola foram desenvolvidas alternativas de união das peças sem o uso desta. O uso da cola na produção de calçados é necessário para realizar a união temporária de peças entre si o que facilita a etapa de costura. No entanto, o uso de adesivos é gerador de dois problemas grandes problemas ambientais. O primeiro deles é a composição química dos adesivos utilizados na indústria calçadista. Estes em grande parte são adesivos feitos a partir de solventes. O segundo problema é que o uso de cola gera dificuldades de reciclagem de calçados, visto que o adesivo gera uma união rígida entre peças e muitas vezes de materiais distintos fazendo que estes não possam ser facilmente desconcertados e reprocessados separadamente.

É necessário, assim buscarmos quais as razões pelas quais a solução gerada tornou o processo produtivo mais simples. Esses pontos serão discutidos a seguir a partir de cada etapa de produção.

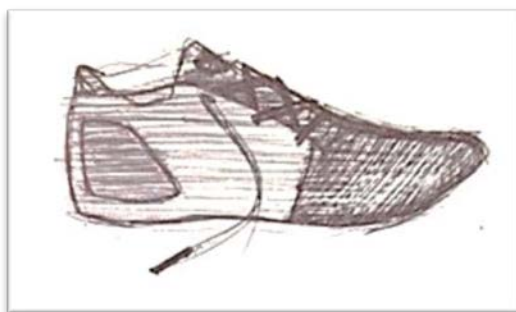
Após desenvolvido tanto o design e as etapas construtivas do modelo partimos para a etapa de validação da proposta. Esta etapa foi conduzida a partir da busca tanto de comprovação da eficiência do design e processo desenvolvido como da mensuração desta.

## 7 VALIDAÇÃO DO DESIGN DO PRODUTO

Em busca da prova da eficiência produtiva do modelo desenvolvido cabe realizar um estudo comparativo de tempos de produção e número de processos entre três modelos.

O primeiro deles (a partir de agora chamado de modelo “A”) é o modelo de uma peça gerado a partir do desenvolvimento descrito acima. O segundo (que a partir de agora será chamado de modelo “B”) é fundamentalmente semelhante ao modelo “A”, visto que possui o mesmo design e também é composto de apenas uma peça. No entanto, o modelo “B” foi desenvolvido a partir da busca de eliminar o uso de adesivo em sua produção. Cabe ressaltar aqui que o objetivo do uso de adesivo na produção de cabedais de calçados é como um fixador entre peças. Assim, o adesivo é apenas necessário para a união entre peças distintas no local correto. Desta forma, no modelo “B” esta função de fixação entre partes em local específico foi desenvolvida a partir do uso de Snapfits, que engancham as peças entre si e geram uma união segura para a costura. Assim, cabe ressaltar novamente que o Modelo “A” e “B” são estruturalmente semelhantes. No entanto, o modelo “A” foi desenvolvido para ser construído com o uso de adesivo e o modelo “B” com snapfits, tornando a produção do seu cabedal livre de uso de adesivo.

**Figura 48 – Sketch inicial de modelagem**



Fonte: Autor

O Modelo “C” foi desenvolvido para ser esteticamente semelhante aos modelos “A” e “B” porém desenvolvido produzido com técnicas de produção tradicionais. Desta forma, o modelo “C” possui 4 peças, sendo estas duas laterais a gáspea e o traseiro.

Assim, foram produzidos protótipos dos modelos “A”, “B” e “C” e seus processos serão descritos a seguir e os tempos de produção foram cronometrados e comparados.

A produção dos modelos foi realizada na oficina de modelos e protótipos da faculdade de arquitetura de Universidade Federal do Rio Grande do Sul e no Atelier do autor deste projeto. O corte dos modelos “A” e “B” foi realizada por máquina de corte laser modelo Prisma da empresa Automatsa (Figura 49).

**Figura 49 – Máquina de corte laser da faculdade de arquitetura UFRGS**

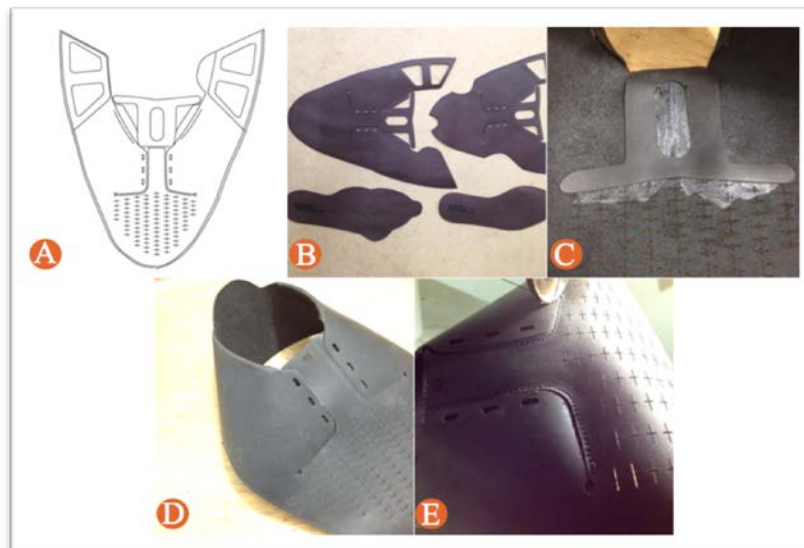


Fonte: Autor

A cronometragem dos tempos de produção foi realizada de duas formas: em operações automatizadas como o corte a laser foi utilizado um cronometro convencional e em operações manuais o estudante utilizou um gravador enquanto produzia o protótipo, emitindo sinais de início e final de cada operação. Esta gravação foi então fragmentada gerando assim os tempos de cada operação. Por questões de organização, primeiramente iremos descrever apenas as etapas de produção de cada um dos modelos e em seguida, serão apresentados os dados resultantes da mensuração desta produção.

A produção do modelo “A” inicia com o arquivo digital da planificação do modelo (Figura 50.A) que serve de guia para o corte da pele de couro na máquina laser (Figura 50.B). Em seguida, o cabedal planificado recebe adesivo nas áreas que devem ser unidas (Figura 50.C). Após o modelo ser completamente fechado (Figura 50.C) este segue para a etapa de costura, onde todas as costuras são realizadas de uma única vez.

**Figura 50 - Etapas de produção do modelo “A”**



Fonte: Autor

Após costurado o cabedal (Figura 53.A), o modelo “A” é costurado à palmilha de montagem e então posto em água para facilitar a sua montagem (Figura 53.B). Após molhado, o cabedal é retirado da água (Figura 53.C) e colocado na forma (Figura 53.D). A última etapa consiste na colagem as sola (Figura 53.E)

**Figura 53 - Etapas de montagem do modelo “A”**





Fonte: Autor

A união do modelo “B” é feita pelo princípio Snapfit, bastante difundido em produtos poliméricos. O Snapfit consiste de certo tipo de enganchamento entre partes que após realizado não é facilmente retirado. Desta forma elementarmente o Snapfit não consiste em uma união permanente entre peças. No entanto, nos calçados Snapfit podem facilmente serem empregados para desempenhar a função da cola, unindo peças entre si no local correto antes da costura. O uso de snapfits, embora torne a produção de calçados muito mais didática e simplificada, gera alterações na estética dos modelos, em virtude que estes ficam visíveis no calçado mesmo após a costura. A produção do cabedal do modelo “B” é bastante semelhante à do modelo “A”, partindo do arquivo digital da planificação (Figura 51.A). As alterações feitas na planificação do modelo “B” são aumentos de borda e valas nos locais onde estes aumentos serão enganchados. As etapas de posicionamento, enganchamento e costura estão demonstradas na figura 51.B. Após cortado na máquina laser, o fechamento do cabedal do modelo “B” é feito a partir do enganchamento das laterais (Figuras 51.C e 51.D) e em seguida da lingueta (Figuras 51.E e 51.F). O processo de montagem do modelo “B”, por ser semelhante ao do modelo “A” representado acima, não será exposto.

**Figura 51 – Etapas de produção do modelo “B”**



Fonte: Autor

A produção do modelo “C” também inicia com a planificação das peças que irão lhe compor (Figura 52.A). Destas, no entanto, são realizados gabaritos que servirão de guias para o corte manual das peças em couro. A primeira etapa de produção após o corte das peças é a colagem e costura das duas laterais (Figura 52.B). Em seguida, é passado cola na traseira (Figura 52.C) que é então colada sobre as laterais (Figura 52.D) e posteriormente costurada a estas (Figura 52.E). Em seguida, as laterais são coladas na gáspea (Figura 52.F e 52.G) e então costurada a ela (Figura 52.H).

**Figura 52 - Etapas de produção do modelo “C”**



Fonte: Autor

A etapa de montagem do modelo “C” consiste em montagem manual nas mesmas etapas descritas no processo da fábrica “P2”, sendo elas a montagem manual, o lixamento, a adesivagem da sola e a colagem.

Após produzidos os protótipos dos três modelos descritos acima, os processos e tempos destes processos foram compilados na tabela 10, possibilitando uma análise comparativa dos tempos de produção destes. Desta forma, a produção do modelo “A” levou 14.2 minutos, do modelo “B” 20.4 e a do modelo “C” levando 30.9 minutos.

Tabela 10 – Processos e tempos de produção dos modelos

	Modelo “A”		Modelo “B”		Modelo “C”	
	Operação	Tempo (s)	Operação	Tempo (s)	Operação	Tempo (s)
Corte	Corte Laser	446	Corte Laser	562	Corte Manual	723
					Riscadores	85
					Vazadores Ilhoses	65
					Carimbo Marca	185
Costura	Passar Cola na Traseira	10	Fixar Snapfit Traseiro	50	Costura Luva	20
	Passar Cola na Lateral	10	Fixar Snapfit Lateral	50	Deslocamento	20
	Passar Cola na Gáspea	10	Fixar Snapfit Gáspea	50	Passar cola na traseira	30
	Deslocamento	20	Deslocamento	20	Colar Traseira	10
	Costura Traseira	30	Costura Traseira	90	Deslocamento	20
	Costura Lateral	30	Costura Lateral	45	Costura Traseira	30
	Costura Gáspea	30	Costura Gáspea	90	Deslocamento	20
	Costura Palmilha	120	Costura Palmilha	120	Passar cola nas Laterais	30
					Colar Gáspea e Laterais	25
					Deslocamento	20
					Costurar Gáspea	90
Montagem	Ensacar Modelo na Forma	35	Ensacar Modelo na Forma	35	Passar Cola Cabedal	50
	Passar Cola Sola	25	Passar Cola Sola	25	Reativar Cola	20
	Reativar Cola Sola	15	Reativar Cola Sola	15	Montagem Manual	180
	Colar Sola	40	Colar Sola	40	Lixar Parte Inferior	120
					Passar Cola Sola	25
					Reativar Cola Sola	15
					Colar Sola	40
Acabamento	Retirar Forma	30	Retirar Forma	30	Retirar Forma	30
<b>TOTAL (s)</b>	<b>851</b>		<b>1222</b>		<b>1853</b>	
<b>TOTAL (min)</b>	<b>14.2</b>		<b>20.4</b>		<b>30.9</b>	

Fonte: Autor



Em seguida, na busca de calcular o custo total de produção de cada um dos modelos, foi realizado a medição da área total de matéria prima utilizada por cada um dos modelos e suas partes (Tabela 11). Esta medição foi realizada a partir de um plugin no software Illustrator.

**Tabela 11 – Cálculo da quantidade matéria prima utilizada nos modelos**

<b>Cálculo Matéria Prima</b>					
<b>Modelo "A"</b>		<b>Modelo "B"</b>		<b>Modelo "C"</b>	
<b>Peça</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Peça</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Peça</b>	<b>Área (m2)</b>
Cabedal	0,0988	Cabedal	0,1007	Laterais	0,0492
Palmilha	0,0676	Palmilha	0,0676	Traseiro	0,01416
				Gáspea	0,0314
				Palmilha	0,0676
<b>Área Tot (m2)</b>	<b>0,1664</b>		<b>0,1683</b>		<b>0,16236</b>

Fonte: Autor

O valor total de produção de cada um dos modelos foi então calculado (Tabela 12) a partir da multiplicação do tempo de produção de cada um deles pelo valor do salário mínimo brasileiro em vigência (R\$ 3,58/hora de acordo com decreto 8.381). O valor da mão de obra foi então somado ao valor da matéria prima, que foi encontrada a partir da multiplicação da área total de cada um dos modelos ao preço base de R\$ 50,00 do metro quadrado de couro. Assim, chegamos aos valores totais de produção por par de R\$ 9,17 para o modelo "A", R\$ 9,62 para o modelo "B" e R\$ 9,96 para o modelo "C"

**Tabela 12 – Cálculo do custo total de produção dos modelos**

<b>Cálculo Custos Totais de Produção</b>			
	<b>Modelo "A"</b>	<b>Modelo "B"</b>	<b>Modelo "C"</b>
Tempo Produção (min)	14.2	20.4	30.9
Custo Mão de Obra (R\$)	0,85	1,21	1,84
Consumo Mat. Prima (m2)	0,1664	0,1683	0,16236
Custo Mat Prima (R\$)	8,32	8,41	8,12
<b>Custo / Par (R\$)</b>	<b>9,17</b>	<b>9,62</b>	<b>9,96</b>

Fonte: Autor

Em seguida, foram realizados calculos de produtividade, ou seja, a produção média de uma fábrica de cada um dos modelos. Por questões comparativas, este cálculo foi realizado tendo como base uma fábrica com 10 funcionários e uma rotina de trabalho de oito horas, totalizando 80 horas homem por dia. O valor total da produção diária de cada

um dos modelos foi calculado a partir da divisão do tempo total de trabalho pelo tempo necessário para a produção de cada um dos modelos (Tabela 13). Assim, foi possível concluir que, com os mesmos recursos, uma fábrica produziria por dia 338 pares do modelo "A", 235 pares do modelo "B" e 155 pares do modelo "C".

**Tabela 13 – Comparação da produtividade dos modelos**

	Cálculo Produtividade		
	Modelo "A"	Modelo "B"	Modelo "C"
Tempo Produção (min)	14.2	20.4	30.9
<b>Pares/ Dia (10 func x 8h)</b>	<b>338</b>	<b>235,3</b>	<b>155,34</b>

Fonte: Autor

Desta forma, é possível concluir que embora o modelo "A" possua um custo 8% mais barato que o modelo "C", o modelo "C" demora mais do dobro do tempo para ser produzido, o que acaba gerando a grande diferença em produtividade vista acima.

A seguir, na etapa de conclusão os motivos geradores da grande diferença de tempo de produção entre os modelos serão discutidos de forma mais extensiva.

## 8 CONCLUSÃO

Um dos fatores encontrados geradores de eficiência no modelo desenvolvido foi a facilitação de produção a partir da unificação de etapas produtivas. Os calçados tradicionais, compostos de muitas peças e consequentemente de processos, são geradores de complexidades de produção, pois as distintas peças não podem ser todas coladas e costuradas de uma única vez. É necessária a formação de uma única união com adesivo inicial (de uma peça x na peça y, por exemplo) e subsequente costura destas, para só então estas duas peças serem coladas à peça z (por exemplo) e só então deve serem costuradas. Esse “caminho de montagem do cabedal” onde uma união de peça depende da união das anteriores por costura gera uma fragmentação das etapas produtivas, gerando um vai-e-vem entre mesa de preparação (onde as peças são coladas umas às outras) e máquina de costura. Este vai-e-vem é gerador altos intervalos de setup e tempo de funcionário e máquina, tornando o tempo de produção e consequentemente o custo total do calçado mais elevado.

O calçado de peça única (Figura 55), por sua vez, em virtude da sua característica primordial de ser plano, possibilita que a aplicação de adesivo seja feita em todos os locais necessários de uma única vez, passando assim para a montagem (ou união das peças) também realizada apenas de uma vez e finalmente para a costura realizada também de uma única vez.

**Figura 55 – Protótipo do modelo “A”**



Fonte: Autor

A alternativa gerada para o corte do modelo em máquina a laser deve ser analisada sobre dois aspectos. O primeiro deles é a automação e o segundo é a flexibilidade funcional da tecnologia. Sob o ponto de vista da automação, o corte a laser é vantajoso visto que este é muito mais preciso sob o ponto de vista de dimensões de corte que outras alternativas como o corte manual. Ainda, a automação libera o funcionário para realizar outras tarefas durante o tempo de operação da máquina. Assim, embora o tempo de corte seja contabilizado em sua totalidade, o tempo de mão de obra necessário para o corte é muito menor que o contabilizado, visto que é função do operário apenas fazer o setup da máquina e alimentar a matéria prima nesta.

Ainda sob o ponto de vista de flexibilidade funcional, a máquina laser se mostrou uma alternativa eficiente não apenas pelas características descritas acima, mas também pela sua flexibilidade funcional, que permite que operações que no corte não automatizado são feitas separadamente sejam integradas em uma única operação. Estas operações são o corte das peças, o riscamento, a perfuração dos ilhoses e o carimbo da marca e outros detalhes como a perfuração da gáspea (Figura 56).

**Figura 56 – Protótipo do modelo “A” com perfurações na gáspea**



Fonte: Autor

Em seguida iremos descrever cada uma destas ações e como elas são realizadas no corte manual e no corte feito em máquina laser. O riscamento é a operação que delimita os limites de sobreposição de peças. No corte manual ela é realizada com gabaritos e canetas especiais de marcação em couro e cravadores. A perfuração dos ilhoses é realizada com vazadores, esta operação normalmente é realizada após o corte das peças. Finalmente a marcação do logotipo da empresa no couro é realizada em uma máquina de carimbar. Esta máquina utiliza uma matriz metálica.

Todas estas operações, o riscamento dos limites, a perfuração dos ilhoses e a marcação do logotipo da empresa podem ser realizadas na máquina laser na mesma operação de corte. Para isto foram utilizadas potências menores que ao invés de cortar o couro apenas o marcam.

A costura apresentou uma das etapas produtivas onde a alternativa proposta gerou maior eficiência quando comparada à solução tradicional de produção. O motivo que levou a esta eficiência não foi o número de operações propriamente ditas mas sim como elas são interacionadas com o fluxograma produtivo. O modelo de uma peça desenvolvido, embora esteticamente seja praticamente idêntico ao modelo tradicional com 4 peças, em virtude de sua característica de ser uma peça apenas, possibilita que todas as operações de fechamento do cabedal, ou seja, de colagem deste, sejam realizadas em apenas uma operação.

Em seguida, o cabedal inteiramente fechado é levado à mesa de costura, onde todas as costuras podem ser feitas de uma só vez. No modelo de 4 peças tradicional, isto não pode ser feito pois as diversas partes não possibilitam que as operações de colagem e costura possam ser integralizadas. Assim, são necessárias diversas sub operações de colagem e costura em virtude propriamente da arquitetura do produto.

Por exemplo, diferentemente do modelo de uma peça, o modelo tradicional exige que primeiramente seja realizada a colagem das laterais, que então devem ser costuradas, para só então serem estas serem coladas à traseira e posteriormente costuradas, e assim por diante. Estas sub operações causam que o tempo de produção seja altamente estendido, visto que cada sub operação incorre em um tempo de setup do operador (porção de tempo necessária para a organização anterior ao início do processo) e de deslocamento entre as diferentes áreas da produção.

Na etapa de montagem foram comparados dois métodos distintos. Na solução gerada, foi feita a montagem do tipo “ensacado” e na alternativa tradicional, foi realizada a montagem manual. Observando as operações e o tempo de realização dos diferentes tipos de montagem realizado percebe-se que a montagem manual, além de mais demorada, exige o uso de máquinas como a lixadeira. Visto que o acúmulo de material abaixo da palmilha deve ser eliminado por dois motivos. O primeiro deles é para que crie uma superfície plana para a colagem da sola e o segundo é para que a camada graxa superficial do couro seja eliminada e a colagem seja mais eficiente. No modelo de uma peça, foi possível eliminar esta operação a partir do uso de uma palmilha de couro com o lado do carnal virado para o exterior. Essa ação, além de gerar uma superfície lisa (parte

da flor do couro) na parte interior do calçado, faz com que o couro que será colado à sola já esteja lixado e pronto para receber o adesivo.

Foi possível perceber que a alternativa gerada (modelo "A" e "B") obteve eficiência superior ao modelo tradicional ( modelo "C") em todas as etapas produtivas. Os fatores que geraram esta eficiência, no entanto diferem em cada uma das etapas. Na etapa de corte, ele advém da flexibilidade funcional da máquina laser, que possibilita que operações realizadas de forma independente e com ferramental variado sejam integradas e automatizadas. Na etapa de costura, o modelo de uma peça só permitiu que as etapas de colagem e costuras fossem separadas e realizadas em sua totalidade e individualmente gerando tanto um tempo baixo total de deslocamento entre a área de colagem e a de costura quanto baixa períodos de setup entre as operações. Já na etapa de montagem, a otimização do processo e do tempo foi atingida a partir do tipo de operação selecionada. A montagem por costura overloque utilizada no modelo de uma peça além de ser mais eficiente em questões de tempo também elimina a necessidade do ferramental e maquinário utilizado na montagem manual.

Em síntese, foi possível identificar como e onde a utilização dos princípios DFMA no presente trabalho foram geradores de eficiência produtiva. Da mesma forma, foi possível integrar o desenvolvimento do produto com o desenvolvimento do processo. Este pode ser classificado como o maior desafio do designer de produtos com consciência de mercado, pois embora sejam dois processos completamente conectados, o design do produto e o seu processo de produção se relacionam como uma balança, onde a liberdade total de um lado incorre em problemas do outro. Assim, pensamos que foi possível demonstrar no presente projeto como um olhar focado em processo e eficiência pode ao mesmo tempo gerar maior produtividade para a empresa como o desenvolvimento de produtos inovadores e desejáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICALÇADOS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS.

**Resenha estatística**, 2013. Disponível em: <<http://www.abicalcados.com.br/estatisticas.html>>. Acesso em: 26 de março 2015

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Conforto do calçado- Requisitos e ensaios. Disponível em:

<[http://www.abntdigital.com.br/aplicacao/pesquisa/asp/Resultado\\_frame.asp](http://www.abntdigital.com.br/aplicacao/pesquisa/asp/Resultado_frame.asp)> Acesso em: 26 de março 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em:

<[http://www.abnt.org.br/downloads/conheca\\_abnt/historicoabnt.pdf](http://www.abnt.org.br/downloads/conheca_abnt/historicoabnt.pdf)> Acesso em: 26 de março 2015

ASSINTECAL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE COMPONENTES

PARA COURO, CALÇADOS E ARTEFATOS. **Estudo de mercado**: China – componentes para couro, calçados e artefatos. Novo Hamburgo: Assintecal, jan. 2009.

ANDRADE, J.; CORRÊA, A. **Panorama da indústria mundial de calçados, com ênfase na América Latina**. BNDES Setorial, mar. 2001. Disponível em:

<[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/Industria%20calcadista%20e%20estrategias%20de%20fortalecimento%20da%20competitividade%20bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1303.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/Industria%20calcadista%20e%20estrategias%20de%20fortalecimento%20da%20competitividade%20bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1303.pdf)>. > Acesso em: 26 de março 2015

ANDERSON, P. **Barreiras não tarifárias às exportações brasileiras no Mercosul: o caso de calçados**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001.

BOZANO, Samara; OLIVEIRA, Rui de **Ergonomia Do Calçado: Os Pés Pedem Conforto. 2008**

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Bases estatísticas RAIS/ Caged**. Disponível em: <<http://sgt.caged.gov.br/index.asp>>. Acesso em: 14.12.2009.

BLACK, J. Temple. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre, Bookman, 1998.

BOOTHROYD, Geoffrey; DEWHURST, Peter; KNIGHT, Winston A. **Product Design for Manufacture and Assembly**, Third Edition CRC Press, 2010.

BRUUN, P.; MEFFORD, R. N. **Lean Production and the Internet**. School of Business and Management, University of San Francisco, USA, 2003.

CRUZ-MOREIRA, J.; FLEURY, A. **Cadeias de produção de roupas em Honduras e no Brasil**: uma comparação em termos do progresso industrial. XXIV Congresso Internacional da Associação de Estudos Latino-Americanos.

CHOKLAT, A. **Design de Sapatos**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e operações**. 2.ed. São Paulo: Atlas,

COSTA, Achyles Barcelos da. **Estudo da competitividade da indústria brasileira: competitividade da indústria de calçados**. Campinas: UNICAMP, 1993.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C.; **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2005.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Estudo prospectivo: cadeia coureiro, calçadista e artefatos**. Série Cadernos da Indústria ABDI, v. IV. Brasília: ABDI, 2008a.

CROW, K.. **Design for Manufacturability/Assembly Guidelines**. 1998 Disponível em: <<http://www.npd-solutions.com/dfmguidelines.html>> Acesso em: 26 de março 2015

DEWHURST, N. P. 2011. **Design first, lean second**. Assembly, 54, 62-68.

DIAS, Sérgio Luiz Vaz. **Apostila sobre Layout e Manufatura Celular**. Porto Alegre PPGEF/ UFRGS, 2000.

ESKILANDER, S. **Design For Automatic Assembly--A Method for Product Design: DFA2**. 2001.

FERREIRA, N. R. A. **O calçado como artefato de proteção à diferenciação social: A história do calçado da Antiguidade ao século XVI**. Ciência et Praxis, v. 3, n. 6, p. 83-90, 2010.

FRANZ, Peter; KIRCHMER, Mathias. **Value-Driven Business Process Management: The value-switch for lasting competitive advantage**. Mc Graw-Hill, 2012.

FEITOSA, Maria José Silva. **Análise da aplicação do sistema Just in Time em uma indústria calçadista de Campina Grande – PB: Um Estudo De Caso Na São Paulo Alpargatas**. INGEPRO, 2010.

FENSTERSEIFER, Jaime. **O complexo calçadista em perspectiva: tecnologia e competitividade**. Porto Alegre: Editora Ortiz, 1995.

GORINI, A.; SIQUEIRA, S. **Complexo coureiro-calçadista**. BNDES Setorial, nov. 1997. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/bsespcal.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/bsespcal.pdf)> Acesso em: 26 de março 2015

GHINATO, Paulo. **A Study on the work force assignment in U-shaped Production Systems**. 1998 Tese de Doutorado- Graduate School of Science and Technology, Kobe, 1998.



GARCIA, Renato. **Learning And Upgrading In Local Production Systems: Evidence From The Footwear Industry**. EPUSP, 2012.

\_\_\_\_\_, Renato. **Uma Análise dos Processos Recentes de Desconcentração Regional nas Indústrias Têxtil e de Calçados e a Importância dos Sistemas Locais de Produção**. USP, 2010

\_\_\_\_\_, Renato. **Vantagens competitivas de empresas em aglomerações industriais: um estudo aplicado à indústria brasileira de calçados e sua inserção nas cadeias produtivas globais**. Tese (Doutorado em Economia), Instituto de Economia, Unicamp, Campinas, 2001, 204 p.

GUIDOLIN, Silvia Maria; COSTA, Ana Cristina Rodrigues da; ROCHA, Érico Rial Pinto da. **Indústria calçadista e estratégias de fortalecimento da competitividade**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro: BNDES, 2010. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3104.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3104.pdf)> Acesso em: 26 de março 2015.

GUIEL, A. V. et al. **Dossiê Técnico: Desenvolvimento do produto em calçados**. SENAI – RS, p.27.2006,

GOLDING, F. Y. **Boots And Shoes: Their Making Manufacture And Selling** .1935.

HERRMANN, J. W., COOPER, J., GUPTA, S. K., HAYES, C. C., ISHII, K., KAZMER, D., SANDBORN, P. A. & WOOD, W. H. Year. **New directions in design for manufacturing**. In, 2004. Citeseer.

KALYUN, Michel. **Application of a Design Method for Manufacture and Assembly**. Chambers, Univesity of Technology, 2012.

KASUL, R.; MOTWANI, J. **Performance measurements in world-class operations: a strategicmodel**. Benchmarking for Quality Management and Technology, v. 2, n. 2, pp. 20-36,1995.

LINS, Gabriel Estellita. **Perfil Da Indústria De Calçados: 03 Processos Internos**. UFPR, 2009.

LAKATOS, E.; MARCONI, M. **Metodologia científica**. S. Paulo: Ed. Atlas, 1991.

LASZLO, Vass. MOLNAR, Magda. **Handmade Shoes for Men**. Konemann, 2006  
SLACK, Nigel; CHAMBERS, Sturart; JOHNSON, Robert. **Administração da Produção**. 3a ed Atlas 2009

LOFGREEN, John. **The History Of Engineer Boots**. 2015. Disponível em: <<http://www.rawrdenim.com/2015/03/history-engineer-boots-john-lofgren/>> Acesso em: 14 de março de 2015.

LOS, B.; TIMMER, M. P.; DE VRIES, G. J. **How global are global value chains? A new approach to measure international fragmentation**. Journal of Regional Science, 2014.

MUTHER, R. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blütcher,1978.

MARCONI, Edson Esmeraldo; ALBUQUERQUE, Mônica Suely Guimarães de; ARAÚJO, Cosmo Severiano Filho. **A Lógica Do Sistema Kanban Na Indústria Calçadista: Análise De Um Sistema De Programação Da Produção De Solados E Palmilhas.** UFRSCAR, 2009.

MARTIN, O. D. 2002. **Design for manufacture.** Journal of Materials Processing Technology, 122, 318-321

MOREIRA, Daniel, **Introdução da produção e operações.** São Paulo: Pioneira – Administração e Negócios, 2001.

MONDEN, Yushiro. **Toyota Production System;** an integrated approach to just-in-time. Georgia – USA: Engineering Management Press, 1991, cap. 2 pp. 15-36

MUTHER, R. **Planejamento do layout:**O sistema SLP. Editora Edgard Blücher, 1978.

NICOLAU, M. **Estudo da estrutura administrativa e produtiva das indústrias de calçados de São João Batista.** 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Moda) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

NADLER, Gerald. **Work Simplification.** McGraw-Hill, 1957.

PORTER, Michael E. **Competitive Advantage:** Creating and Sustaining Superior Performance. The Free Press 1985

PRETTO, Marcos Ricardo; MILAN, Gabriel Sperandio. **Gestão Estratégica da Produção:** Teoria, Cases e Pesquisas. Caxias do Sul, Educs, 2006.

PAIVA, Ely Laureano; CARVALHO, José Mário de Carvealho Jr.; FENSTERSEIFER, Jaime Evaldo. **Estratégia de Produção e de Operações:** Conceitos, Melhores Práticas, Visão de Futuro. 2a Ed. Bookman, 2009.

PAIVA, E.; CARVALHO, L; FENSTENSEIFER, J. **Estratégia de produção e de operações.** P. Alegre: Bookman, 2004

PAROLINE, C.; VISCONTI, F. **Footwear manufacturing districts:** the effects of internacionalisation, delocalization and new technologies. Paper apresentado na Conferência Clusters, Industrial Districts and Firms: the Challenge of Globalization, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, set. 2003.

PASSOS, Verônica Thomazini; KANAMARU, Antônio Takao; **História Do Calçado: Uma Trajetória De Design.** EACH-USP, 2012

PORTER, M. E. **A vantagem competitiva das nações.** Rio de Janeiro: Campus, 1993.

RANKY, P. G. 1999. **The Concurrent Engineering Video Programs** [Online]. CIMware Ltd. UK & USA.

SLACK, Nigel. **Vantagem Competitiva em Manufatura**: Atingindo competitividade nas operações industriais. Atlas, 1993.

SKINNER, Wickham. **Manufacturing: The Formidable Competitive Weapon**. John Wiley & Sons, 1985.

SCHONBERGER, Richard J. **Fabricação Classe Universal** - A próxima década: aperfeiçoando processos produtivos para competir no século XXI. Futura, 1997.

SHARIFI, H.; COLQUHOUN, G.; BARCLAY, I.; BANN, Z.; **Agile Manufacturing**: a management and operational framework. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, v.215, n.6, p.857, 2001.

SOARES, Marileudo Marinho. **Análise do Sistema de Produção em uma Empresa Calçadista: O CASO DA ALPARGATAS S.A. Enegep, 2011.**

SELLITTO, Miguel Afonso Sellitto. **Medição E Controle De Desempenho Estratégico Em Sistemas De Manufatura** . UFRGS, 2005.

SANTANA, Synhia Karini Silva de. **O Impacto da Reconfiguração Internacional do Mercado Calçadista Sobre o Segmento Brasileiro de Couro E Calçados**. FGV-SP (, 2014)

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**: atingindo competitividade nas operações industriais. S. Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. S. Paulo: Atlas, 1997.

TOMASSINI, Rodrigo de Almeida Santos. **A Indústria Calçadista A História Interessa – Path Dependence e a Indústria Calçadista**. PUC-Rio, 2011.

TUBINO, D. **Sistemas de produção**: a produtividade no chão de fábrica, P. Alegre: Bookman, 1999.

THORNTON, J.H. **Textbook of footwear Manufacture**,1953.

UNIDO – UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. **Improving global competitiveness of the Latin American leather industry**. Agri-Business Development Branch, Textile and Leather Industry Unit, Unido, fev. 2008, mimeo.

WEIDMANN, Samara. **The History Of Safety Boots**. 2013. Disponível em: <<https://workplaceprotectiveclothing.wordpress.com/2013/12/19/the-history-of-safety-boots/>> Acesso em: 14 de março de 2015.

YUE, Charlotte and David. **Shoes**: Their History in words and Pictures. Houghton Mifflin Company, Boston, 1997.

<http://www.trt3.jus.br/informe/calculos/minimo.htm>

<http://www.canalrural.com.br/noticias/pecuaria/sucesso-nas-exportacoes-aumenta-preco-mercado-interno-24948>

## LISTA DE TERMOS ANEXO

Asperamento - Lixamento de materiais com o objetivo de retirada de camada superficial ou de material em excesso.

Atacadores - Cadarços do calçado

Balancim - Prensa de corte hidráulico utilizada na produção de calçados para o corte de matérias primas planas a partir do uso de navalhas de corte.

Cabedal - Parte superior do calçado. É composto pela gáspea, as laterais e traseira.

Costura Stitchdown: Costura em máquina realizada para unir de forma eficiente a base do solado de botas ao cabedal.

Contraforte - Peça estrutural posicionada na traseira do calçado, entre o cabedal e o forro.

Couraça - Peça estrutural posicionada na biqueira do calçado, entre o cabedal e o forro.

Chanfro - Diminuição da espessura da borda de um material feita para facilitar a costura e o acabamento da união entre peças

Chanfragem - Processo de corte de filete em com o intuito de diminuir a espessura de borda para operações de união entre peças

Conformação - Operação para modelar, dar formato a determinada peça.

Costura overlock - Tipo de costura reforçada utilizada para unir duas peças.

DFX - Design para "X": Técnica de desenvolvimento do produto que busca otimizar as diferentes etapas e fases do seu ciclo de vida, seja manufatura, distribuição, serviço, uso, ou reciclagem.

DFM - Design for Manufacture, ou Design para a manufatura, técnica de desenvolvimento de produto que emprega princípios de facilitação da manufatura no projeto.

DFA - Design for Assembly, ou Design para a montagem, técnica de desenvolvimento de produto que emprega princípios de facilitação da montagem no projeto.

Procedimento DFMA - Design for Manufacturing and Assembly, ou Design para a Manufatura e Montagem, técnica de desenvolvimento de produto que emprega o DFM e DFA

Fluxograma DFM - Fluxograma de etapas de aplicação do DFM

Forma - Peça sólida que segue as dimensões do pé humano utilizada para a fabricação de calçados.

Peça frontal - Peça frontal do calçado.

Palmita de montagem - Palmilha utilizada para a fixação do cabedal ao redor da forma

Puxador traseiro - Peça utilizada na parte traseira de calçados para facilitar o calce

Ponto celeiro - Tipo de costura manual com linha espessa

Selagem do cabedal na forma - Ação de conformar o cabedal ao redor da forma para que ele tome seu formato a partir da aplicação de força

Sola Elastomérica - Sola feita de borracha (elastômero)

Tira de couro para selagem - Tira de auxílio à selagem do cabedal à forma na montagem *wet lasting*.